STAVEBNICE A KONSTRUKCE
A Radio

ROČNÍK V/2001
ČÍSLO 3

Stavebnice a konstrukce A Radio

Vydavatel: AMARO spol. s r. o.
Redakce:
šéfredaktor : Alan Kraus, *kraus@jmtronic.cz*
Redakce: Na Beránce 2, 160 00 Praha 6
tel.: (02) 22 81 23 19
Ročně vychází 6 čísel. Cena výtisku 30 Kč.
Roční předplatné 156 Kč.
Rozšiřuje PNS a. s., Transpress spol s r. o.
Mediaprint & Kapa a soukromí distributoři.
Objednávky a předplatné v České republice zajišťuje Amaro spol. s r. o. - Michaela Jiráčková, Hana Merglová
(Radlická 2, 150 00 Praha 5
tel.: (02) 57 31 73 12, 57 31 73 13) , PNS.

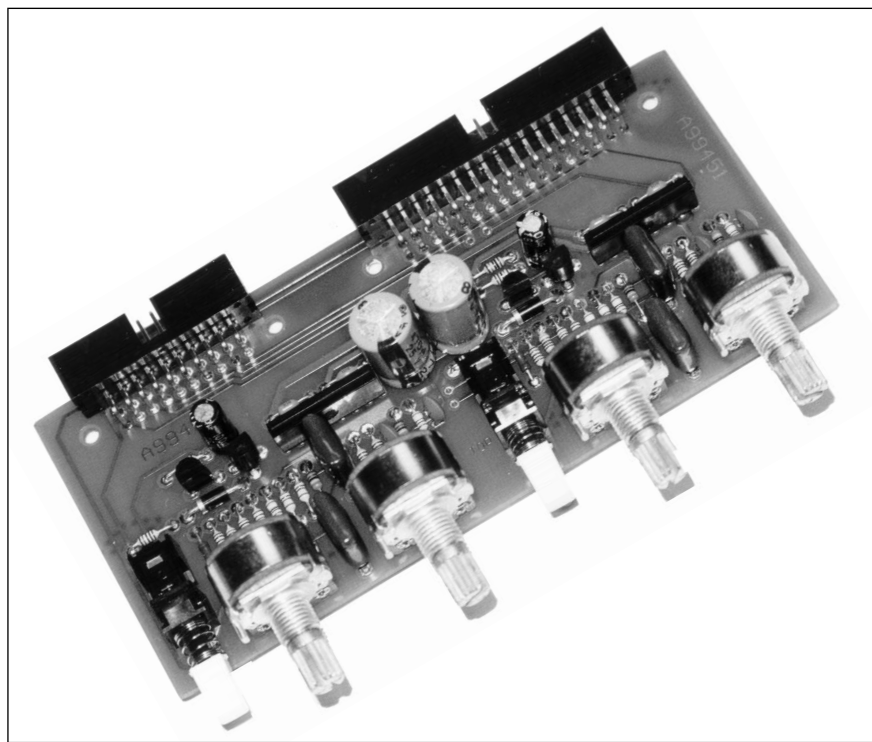
Distribúciu, predplatné a inzerciu pre Slovenskú republiku zabezpečuje:
Magnet-Press Slovakia s.r.o., P.O.Box 169,
830 00 BRATISLAVA
tel./fax: 07/44 45 45 59 - predplatné
tel./fax: 07/44 45 46 28 - administratíva
tel./fax: 07/44 45 06 93 - inzercia
e-mail: magnet@pres.sk
Sídlo firmy: Teslova 12, 821 02 Bratislava

Podávání novinových zásilek povoleno Českou poštou - ředitelstvím OZ Praha (č.j. nov 6280/97 ze dne 22.8.1997).
Inzerci v ČR přijímá Amaro s. r. o.
Radlická 2, 150 00 Praha 5
tel.: (02) 57 31 73 11

MKČR 7792

ISSN 1212-1843

Obsah



Koncový zesilovač 130 W s tranzistory MOSFET

Nevím, zda je to pouze otázka módní vlny, nebo jsou skutečně zesilovače osazené tranzistory MOSFET na "ucho" příjemnější (při srovnatelných technických parametrech) než obdobné s bipolárními tranzistory. Faktem je, že zájem čtenářů o stavbu koncových stupňů s tranzistory MOSFET je stále velký. Bohužel dostupnost moderních výkonových tranzistorů pro nf aplikace na našem trhu není nijak slavná a ani cena několik set Kč za kus nepatří k lidovým. Ale za exotiku je nutno připlatit. Pro milovníky "MOSFETů" jsme připravili zajímavé inovované zapojení podle německého časopisu Elektor. Technické parametry podle původního pramene jsou docela dobré (viz tabulka).

vstupní citlivost		**1 Veff**
vstupní impedance		**45 kohmů**
výstupní výkon (THD 0,1 %)		**90 W/8 Ω, 137 W/4 Ω**
výkonová šířka pásma (80 W/8 Ω)		**1,5 Hz až 300 kHz**
rychlost přeběhu		**60 V/μs**
odstup s/š		**104 dB (filtr A)**
(1 W/8 Ω)		**96 dB (22 Hz až 22 kHz)**
THD:	**8 Ω**	**4 Ω**
(1 kHz)	**0,002 % (1 W)**	**0,0026 % (1W)**
	0,0017 % (40 W)	**0,004 % (80 W)**
(20 kHz)	**0,0017 % (1 W)**	**0,003 % (1 W)**
	0,028 % (40 W)	**0,04 % (80 W)**
faktor tlumení (8 Ω)		**460 (1 kHz)**
		330 (20 kHz)
zesílení otevřené smyčky		**4000**
šířka pásma ot. smyčky		**25 kHz**
výstupní impedance		**0,5 Ω**
ochrany:		
DC napětí na výstupu		**+4,7 V/-4,3 V**
zkrat		**+5,8 A/-5,4 A**
zpožděný start		**8 až 10 s**

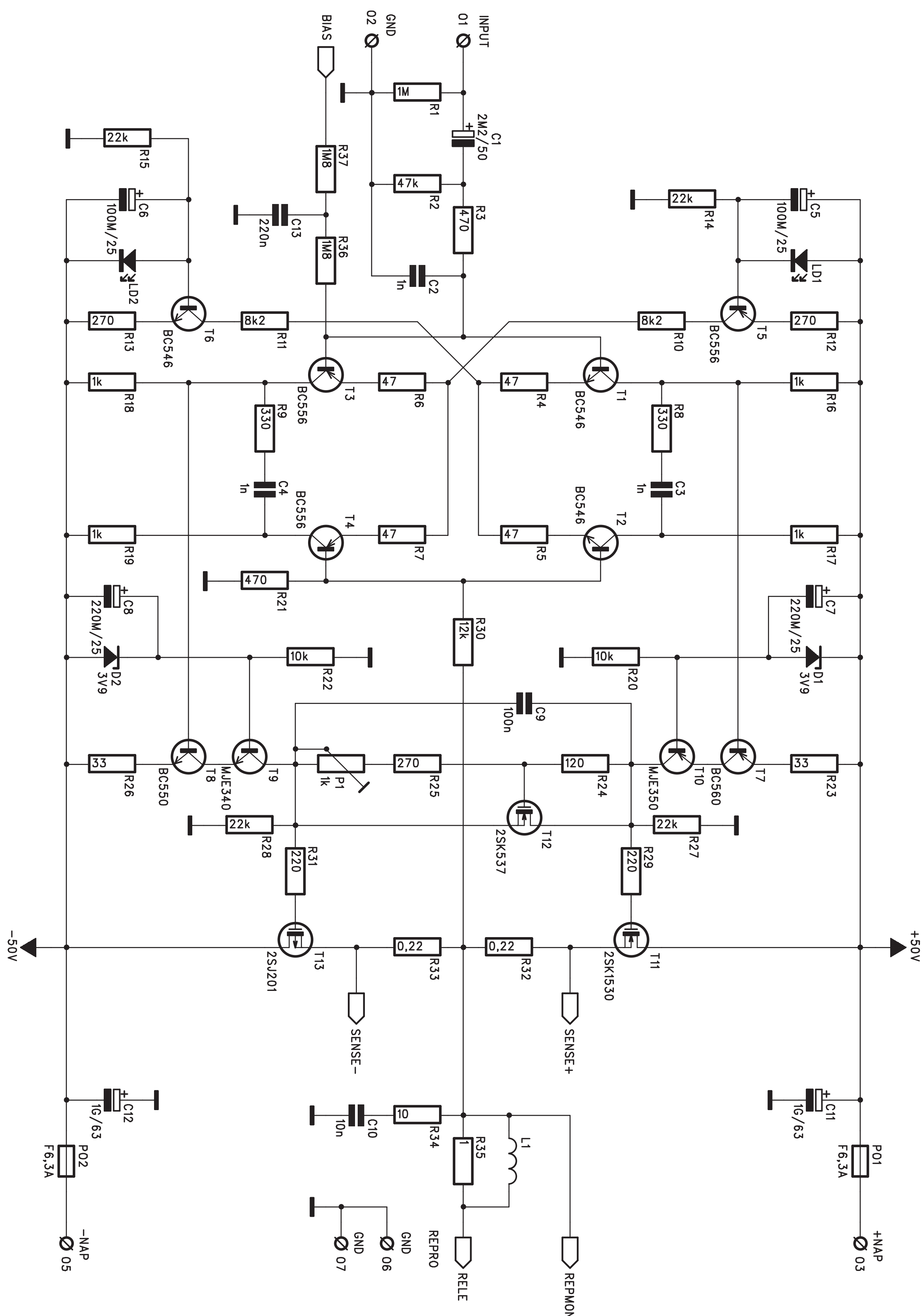
Popis

Schéma zapojení koncového stupně je na obr. 1, schéma obvodu elektronických ochran je na obr. 2. Kompletní zesilovač včetně ochran je na jediné desce s plošnými spoji.

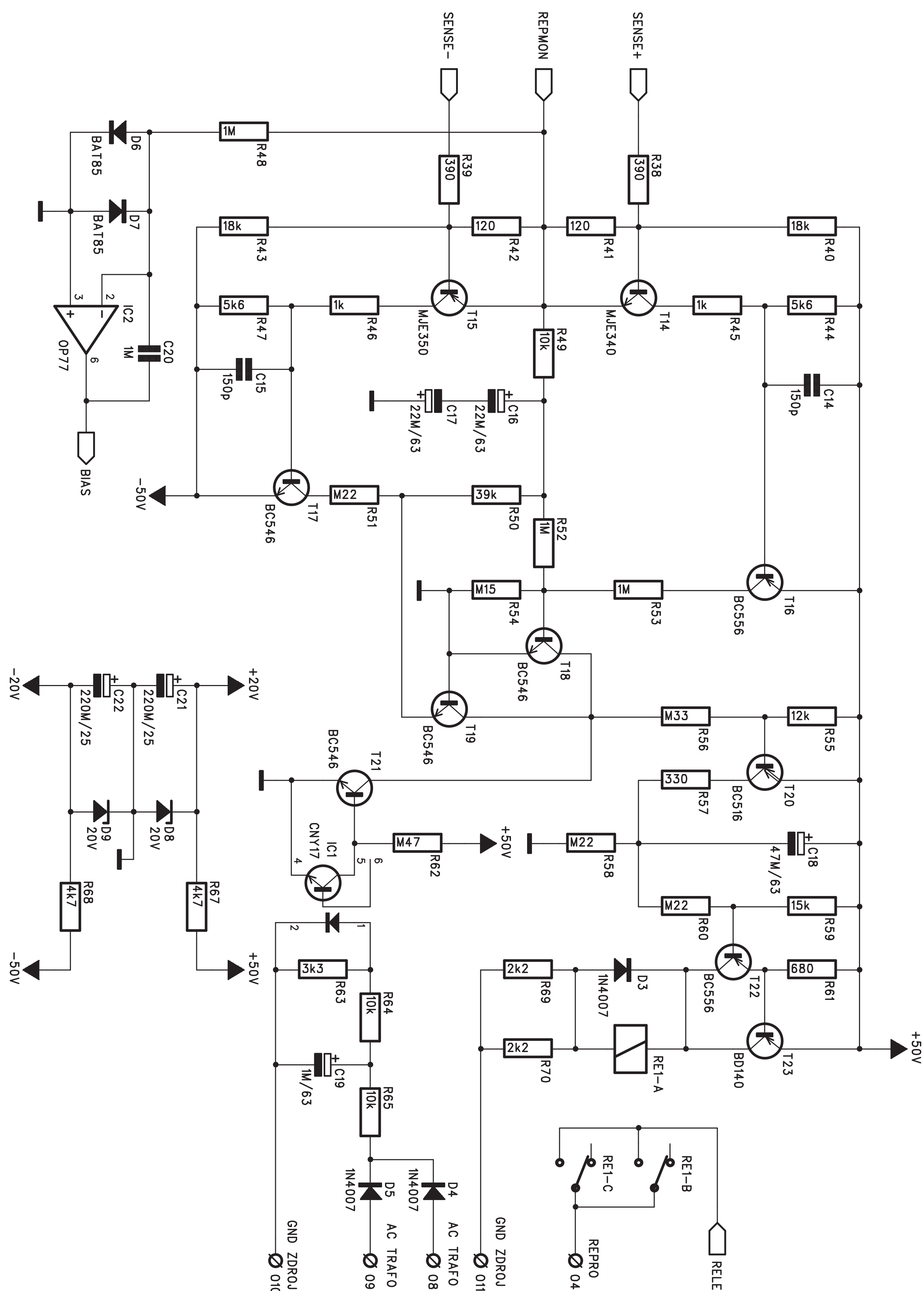
Na vstupu zesilovače je za vazebním kondenzátorem C1 filtr proti průniku vf rušení s R3 a C2. Vstupní obvody zesilovače jsou klasické se symetrickými diferenčními zesilovači s tranzistory T1, T2 a T3, T4. Emitory tranzistorů diferenčních zesilovačů jsou napájeny ze zdrojů proudu s tranzistory T5 (kladná větev) a T6 (záporná větev). Předpětí bází tranzistorů ve zdrojích proudu zajišťují LED LD1 a LD2. RC člen v kolektorech diferenčních vstupů kompenzuje zesilovač na vyšších kmitočtech. Z kolektorů signál pokračuje na dvojici proudových zrcadel, tvořenou tranzistory T7, T10 a T8, T9. Tyto tranzistory také tvoří napěťový budič. Protože koncové tranzistory typu 2SK1530 a 2SJ201 mají kladný teplotní koeficient závislosti klidového proudu na teplotě přechodu, je pro stabilizaci použit obvod s tranzistorem T12 typu 2SK537, obdobný klasickému řešení používanému u bipolárních tranzistorů. Klidový proud se nastavuje trimrem P1. Z výstupu je signál přiveden přes odpor R35 a vzduchovou cívku L1 na kontakty relé. To odpojuje reproduktory v případě zkratu na výstupu, stejnosměrného napětí a zajišťuje zpožděný start. Odpor R34 s kondenzátorem C10 omezují možnost kmitání na vyšších kmitočtech. V kladné i záporné napájecí větvi jsou tavné pojistky pro případ proražení koncových tranzistorů.

Obvod ochran

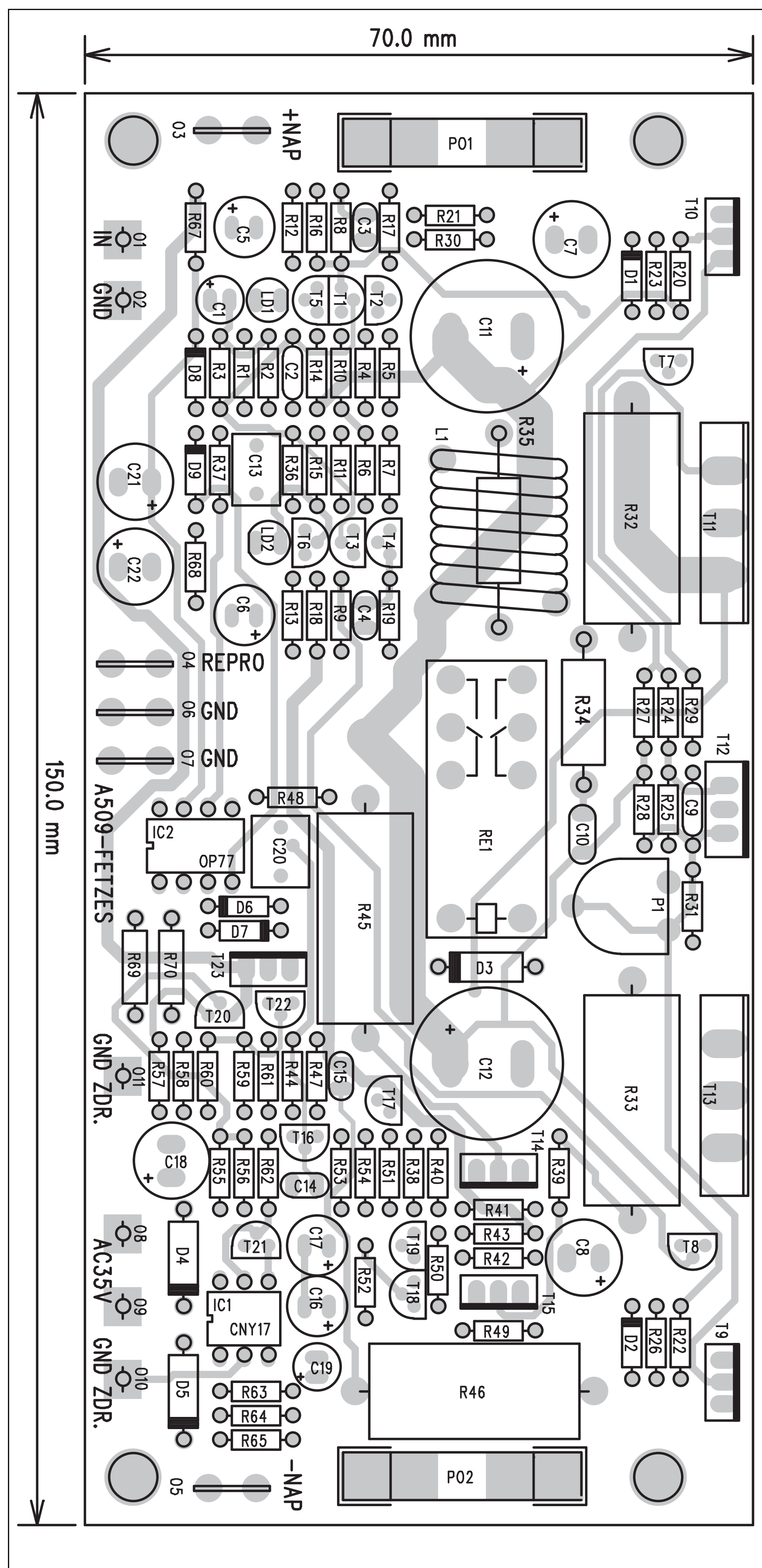
Schéma zapojení elektronických ochran je na obr. 2. Vstup REPMON je připojen na výstup koncového stupně. Signály SENSE+ a SENSE- jsou snímány na odporech koncových tranzistorů a slouží k sledování proudu koncovými tranzistory. Pokud stejnosměrné napětí na výstupu zesilovače překročí určitou hranici (asi 4,5 V), nebo proud některou větví překročí stanovenou mez, obvod způsobí otevření některého z dvojice tranzistorů T16 nebo T17, tím dojde k otevření další dvojice T18, T19 a následně i T20. Napětí na kondenzátoru C18 poklesne a tím se uzavřou i tranzistory T22 a T23. Relé v kolektoru tranzistoru T23 rozepne a odpojí reproduktory. Střídavé napětí ze sekundáru transformátoru je přivedeno na body O8 a O9. Hodnoty odporů R63, R64 a R65 jsou zvoleny tak, že pouze v případě, kdy je napětí na obou vstupech, je na LED optočlenu IC1 (CNY17) dostatečné napětí, aby sepnul fototranzistor optočlenu a tím zůstal rozepnut tranzistor T21. Dojde-li k výpadku napájení (stačí v jedné větvi), optočlen nesepne a tranzistor T21, buzený z odporu R62, způsobí rozpojení relé.



Obr. 1. Schéma zapojení koncového zesilovače - výkonová část



Obr. 2. Schéma zapojení koncového zesilovače - elektronická ochrana



Obr. 3. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji

Poslední částí je DC servo s obvodem IC2. Na tomto místě je použit velmi kvalitní operační zesilovač OP77 od Analog Devices, protože má velmi malý vstupní napěťový ofset. Jeho výstup (BIAS) je připojen ke vstupní dvojici tranzistorů a proto musí být použito invertující zapojení.

Někomu se může zdát obvod ochran příliš složitý, ale při současné ceně jak koncových tranzistorů, tak kvalitních reproduktorových soustav, není nic dostatečného.

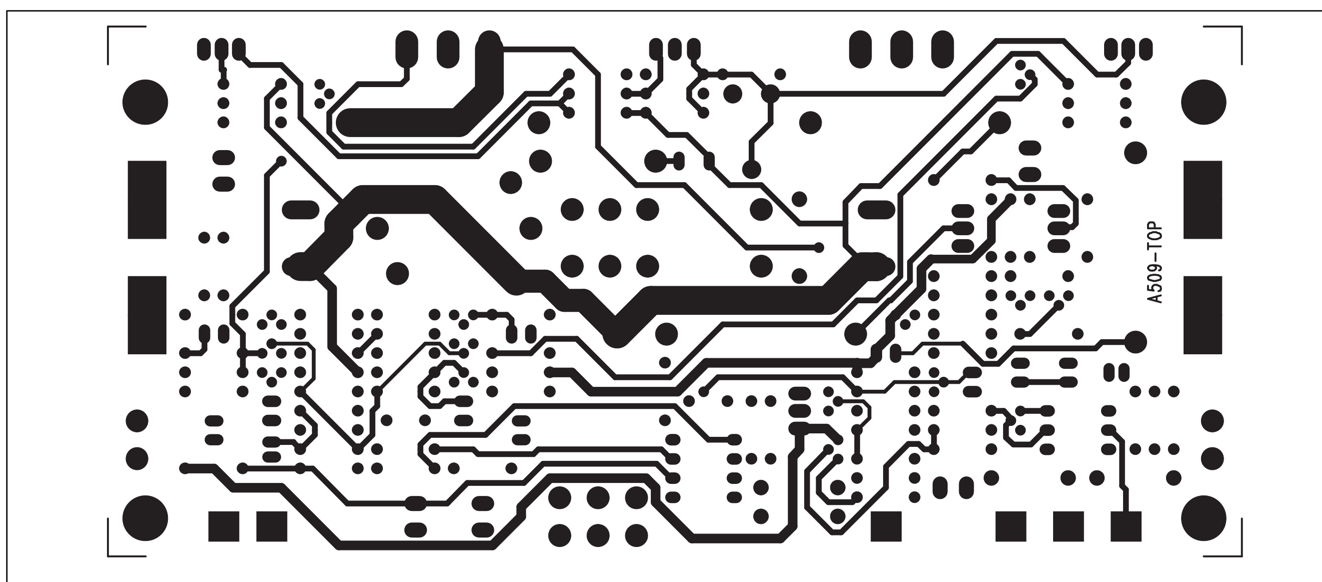
Podle mého názoru je trochu diskutabilní řešení, odpojovat v případě tvrdého zkratu na výstupu zátěž elektromechanickým prvkem, jako je relé. Elektronická ochrana (například odpojení vstupu - buzení) je daleko rychlejší. Autoři ale upozorňují na fakt, že krátkodobě (řádově v jednotkách nebo desítkách ms) je možné tranzistor výrazněji výkonově přetížit. Na grafu SOA (bezpečné pracovní oblasti) je to vyznačeno také.

Zdroj

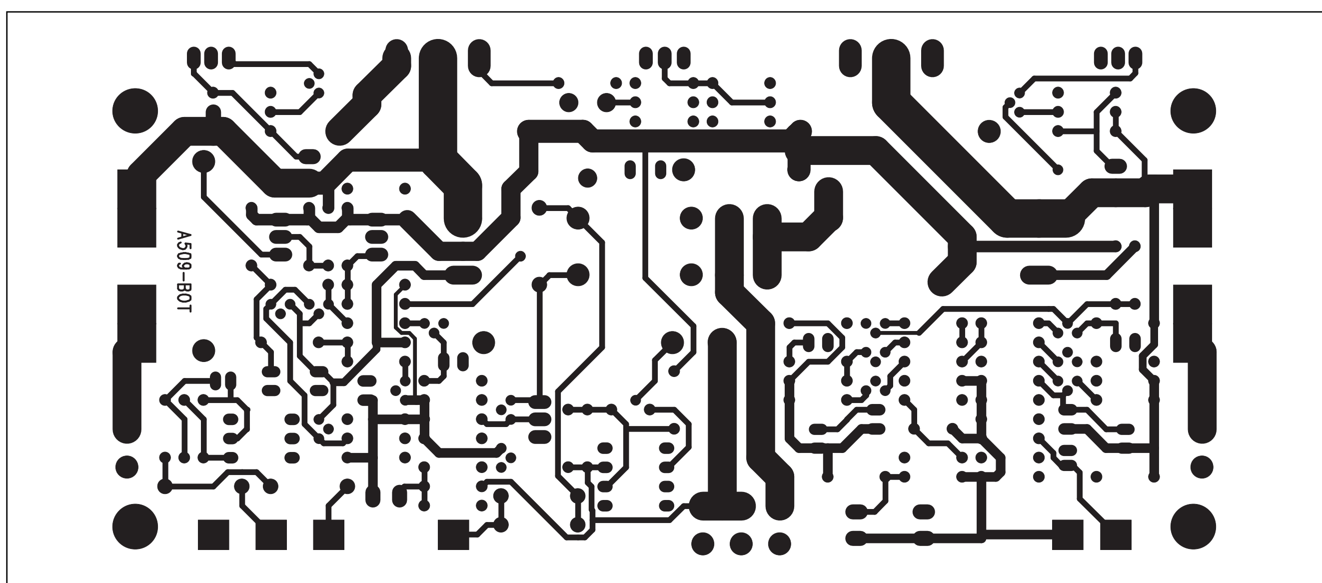
K napájení zesilovače je použit toroidní transformátor 2x 35 V/ 225 VA. Filtrační kondenzátory by měly mít kapacitu 2x 22 000 μF/63 V. Pokud bude zesilovač použit jako dvoukanálový (stereo), každý kanál by měl mít samostatný zdroj.

Stavba

Zesilovač je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 150 x 70 mm. Koncové i budicí tranzistory jsou umístěny kolmo podél zadní strany desky s plošnými spoji (obr. 3), aby šly přišroubovat na dostatečně dimenzovaný chladič. Tepelný odpor chladiče musí být maximálně 0,5 °C/W. To v praxi představuje poměrně robustní žebrovaný chladič. Při použití nuceného chlazení s ventilátorem jsou samozřejmě nároky na chladič menší. K vlastní stavbě nejsou žádné zásadní připomínky. Všechny součástky jsou umístěny na jediné desce s plošnými spoji. Silové přívody napájení, zemnicí a repro-



Obr. 4. Obrazec desky spojů - strana součástek (TOP) M1:1



Obr. 5. Obrazec desky spojů - strana spojů (BOTTOM)

duktorové musí být dostatečně silným vodičem s průřezem alespoň 2,5 mm^2. Pro snadnou montáž jsou zakončeny automobilovými konektory faston 6,3 mm. Signálové vývody jsou na pájecích špičkách. Cívku L1 zhotovíme z drátu o průměru 1,5 mm navinutím 9 závitů na vnitřní průměr 12 mm. Středem cívky pak prochází odpor R35. Při montáži zesilovače na chladič nesmíme zapomenout na izolační podložky. V každém případě doporučuji použít silikonovou teplovodnou pastu.

Nastavení

Před prvním zapnutím velmi pečlivě zkontrolujeme desku zesilovače i propojení. Ideální je použít regulační autotransformátor, kterým můžeme nastavit plynule primární napětí síťového transformátoru. V každém případě ale doporučuji nahradit pojistky na desce s plošnými spoji odporem 15 až 22 ohmů/10 W. V případě závady omezí proud koncovými tranzistory na bezpečnou velikost. Zapneme zesilovač a změříme stejnosměrné napětí na výstupu. Několik mV je v normě, pokud by napětí překročilo 100 mV, je v zesilovači závada. Připojíme voltmetr k odporu R32. Klidový proud by měl být asi 200 až 250 mA, což odpovídá napětí na R32 asi 0,45 až 0,55 V. Správnou velikost nastavíme trimrem P1. Necháme zesilovač asi půl hodiny zapnutý, až se ustálí tepelné poměry a opět změříme napětí na R32. Případnou odchylku opravíme trimrem P1. Tím je nastavení zesilovače hotovo.

Závěr

Popsaný koncový zesilovač vyniká nejenom excelentními technickými parametry, ale i při poslechových zkouškách byl jeho zvuk "velice průzračný" a "sametový". Osobně si sice nedovedu představit při porovnávání dvou zesilovačů se srovnatelnými parametry (šířkou pásma, rychlostí přeběhu a THD někde okolo 0,002%) rozdíl mezi sametovým a nesametovým zvukem, ale to je zřejmě způsobeno tím, že jsem obyčejný barbarský technokrat a ne nějaký puritánský hifista. Na druhé straně naměřené údaje i z ryze technického hlediska řadí popsaný zesilovač ke špičce nejenom mezi amatérskými zařízeními, ale směle může konkurovat i zvučným profesionálním výrobkům. Popsaná konstrukce bude jistě vítaným zpestřením pro všechny odpůrce "monolitické kultury" 100W zesilovačů řady TDAxxxx nebo LMxxxx. Pro zájemce o stavbu dodáváme

Seznam součástek

odpory 0204
(pokud není uvedeno jinak)

R1	100 kΩ
R2	47 kΩ
R3	470 Ω
R4	47 Ω
R5	47 Ω
R6	47 Ω
R7	47 Ω
R8	330 Ω
R9	330 Ω
R10	8,2 kΩ
R11	8,2 kΩ
R12	270 Ω
R13	270 Ω
R14	22 kΩ
R15	22 kΩ
R16	1 kΩ
R17	1 kΩ
R18	1 kΩ
R19	1 kΩ
R20	10 kΩ
R21	470 Ω
R22	10 kΩ
R23	33 Ω
R24	120 Ω
R25	270 Ω
R26	33 Ω
R27	22 kΩ
R28	22 kΩ
R29	220 Ω
R30	12 kΩ
R31	220 Ω
R32	0,22 Ω/5 W
R33	0,22 Ω/5 W
R34	10 Ω
R35	1 Ω/2 W
R36	1 MΩ
R37	1 MΩ
R38	390 Ω
R39	390 Ω
R40	18 kΩ
R41	120 Ω
R42	120 Ω
R43	18 k Ω
R44	5,6 k Ω
R45	1 kΩ/5 W
R46	1 kΩ/5 W
R47	5,6 kΩ
R48	100 kΩ
R49	10 kΩ
R50	39 kΩ
R51	220 kΩ
R52	100 kΩ
R53	100 kΩ
R54	150 kΩ
R55	12 kΩ
R56	330 kΩ
R57	330 Ω
R58	220 kΩ
R59	15 kΩ
R60	220 kΩ
R61	680 Ω
R62	470 kΩ
R63	3,3 kΩ
R64	10 kΩ
R65	10 kΩ
R67	4,7 kΩ
R68	4,7 kΩ
R69	2,2 kΩ
R70	2,2 kΩ
C1	2,2 µF/50 V
C2	1 nF
C3	1 nF
C4	1 nF
C5	100 µF/25 V
C6	100 µF/25 V
C7	220 µF/25 V
C8	220 µF/25 V
C9	100 nF
C10	10 nF
C11	1 mF/63 V
C12	1 mF/63 V
C13	220 nF
C14	150 pF
C15	150 pF
C16	22 µF/63 V
C17	22 µF/63 V
C18	47 µF/63 V
C19	1 µF/63 V
C20	1 µF
C21	220 µF/25 V
C22	220 µF/25 V
D1	ZD 3V9
D2	ZD 3V9
D3	1N4007
D4	1N4007
D5	1N4007
D6	BAT85
D7	BAT85
D8	20V-ZD
D9	20V-ZD
IC1	CNY17
IC2	OP77
L1	viz text*
LD1	LED5R
LD2	LED5R
T1	BC546
T2	BC546
T3	BC556
T4	BC556
T5	BC556
T6	BC546
T7	BC560
T8	BC550
T9	MJE340
T10	MJE350
T11	2SK1530
T12	2SK537
T13	2SJ201
T14	MJE340
T15	MJE350
T16	BC556
T17	BC546
T18	BC546
T19	BC546
T20	BC516
T21	BC546
T22	BC556
T23	BD140
P1	1 kΩ-PT10L
PO1	F 6,3 A
PO2	F6,3 A
RE1	RELE-MZPA92-24 V

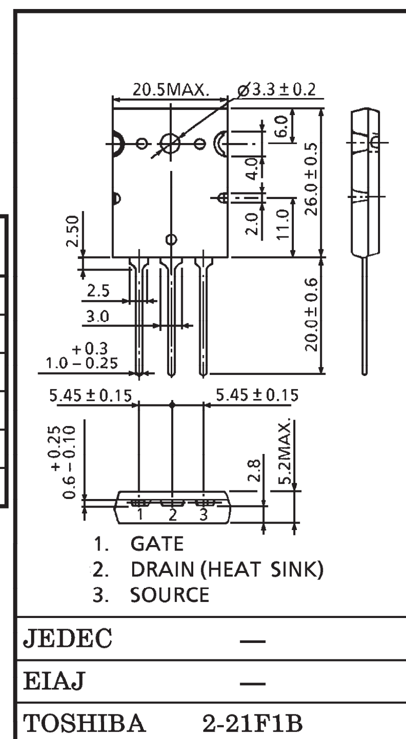
dvoustranné vrtané a prokovené desky s plošnými spoji A509-DPS za 279,- Kč, kompletní stavebnici, obsahující všechny díly podle rozpisky součástek včetně desky spojů A9509-KIT (bez chladiče) za 1985,- Kč a sestavený a oživený modul A9509-MOD (bez chladiče) za 2790,- Kč.

Protože dostupnost informací o zejména japonských součástkách je u nás přeci jen omezená (ještě ne každý má přístup na Internet), přikládáme katalogový list výkonových tranzistorů, dostupný na Internetových stránkách firmy TOSHIBA.

2SK1530

HIGH POWER AMPLIFIER APPLICATION

Unit in mm



JEDEC	—
EIAJ	—
TOSHIBA	2-21F1B

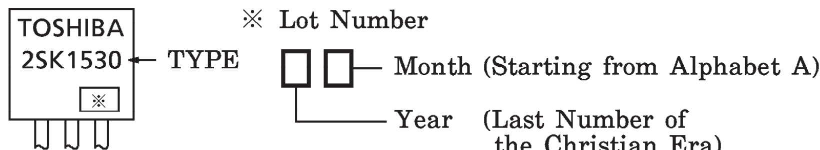
Weight : 9.75g

- High Breakdown Voltage : $V_{DSS}=200V$
- High Forward Transfer Admittance : $|Y_{fs}|=5.0S$ (Typ.)
- Complementary to 2SJ201

MAXIMUM RATINGS (Ta = 25°C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Drain-Source Voltage	V_{DSS}	200	V
Gate-Source Voltage	V_{GSS}	±20	V
Drain Current	I_D	12	A
Drain Power Dissipation (Tc = 25°C)	P_D	150	W
Channel Temperature	T_c	150	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55~150	°C

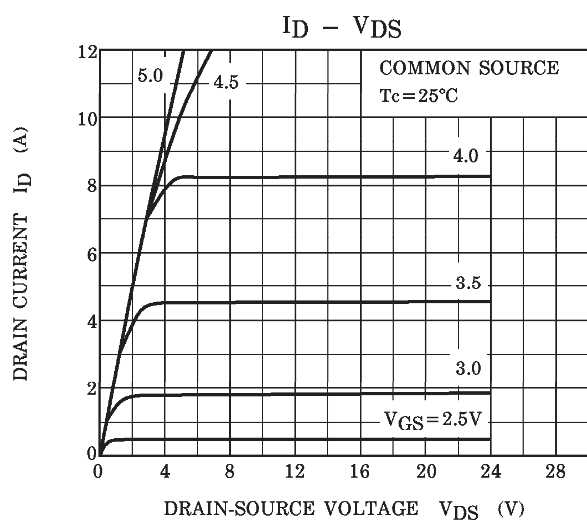
MARKING

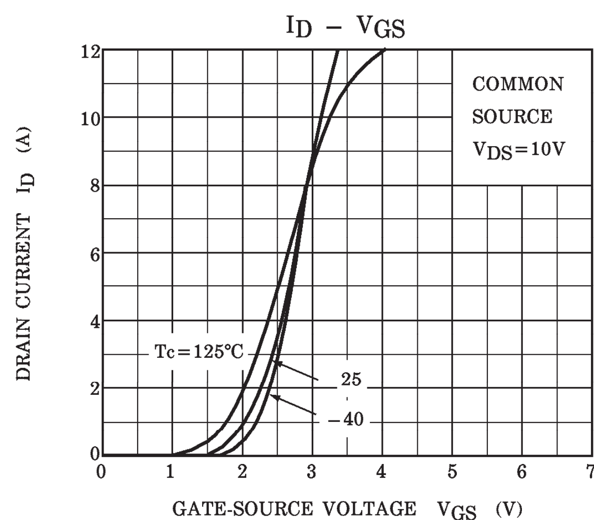


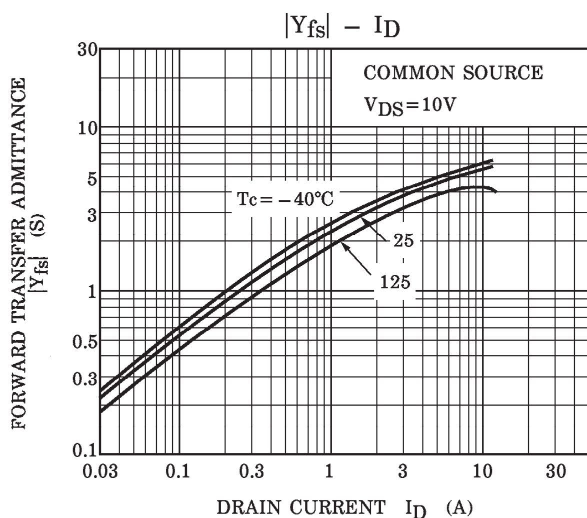
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25°C)

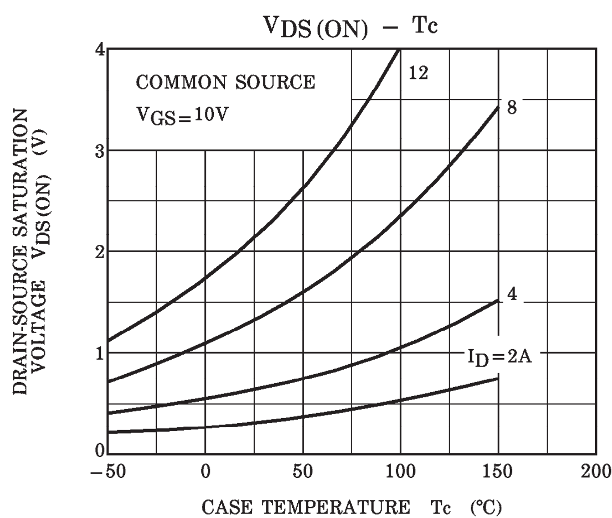
CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Drain Cut-off Current	I_{DSS}	$V_{DS}=200V$, $V_{GS}=0$	—	—	1.0	mA
Gate Leakage Current	I_{GSS}	$V_{DS}=0V$, $V_{GS}=\pm 20V$	—	—	±0.5	μA
Drain-Source Breakdown Voltage	$V_{(BR)DSS}$	$I_D=10mA$, $V_{GS}=0$	200	—	—	V
Drain-Source Satruation Voltage	$V_{DS(ON)}$	$I_D=8A$, $V_{GS}=10V$	—	2.5	5.0	V
Gate-Source Cut-off Voltage (Note)	$V_{GS(OFF)}$	$V_{DS}=10V$, $I_D=0.1A$	0.8	—	2.8	V
Forward Transfer Admittance	$\|Y_{fs}\|$	$V_{DS}=10V$, $I_D=5A$	—	5.0	—	S
Input Capacitance	C_{iss}	$V_{DS}=30V$, $V_{GS}=0$, f = 1MHz	—	900	—	pF
Output Capacitance	C_{oss}	$V_{DS}=30V$, $V_{GS}=0$, f = 1MHz	—	180	—	pF
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}	$V_{DS}=30V$, $V_{GS}=0$, f = 1MHz	—	100	—	pF

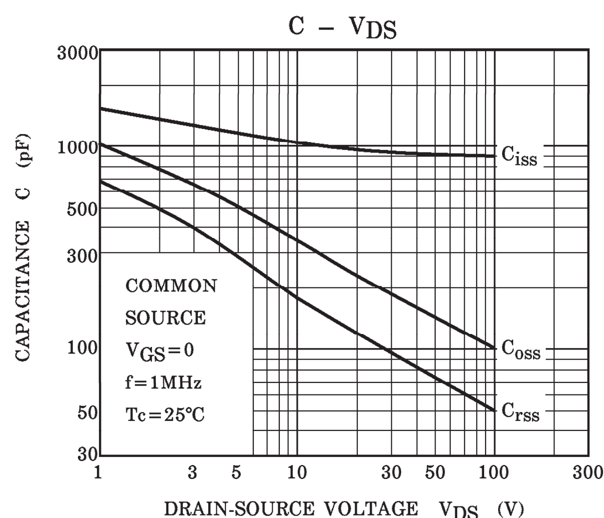
(Note) $V_{GS(OFF)}$ Classification 0 : 0.8~1.6 Y : 1.4~2.8

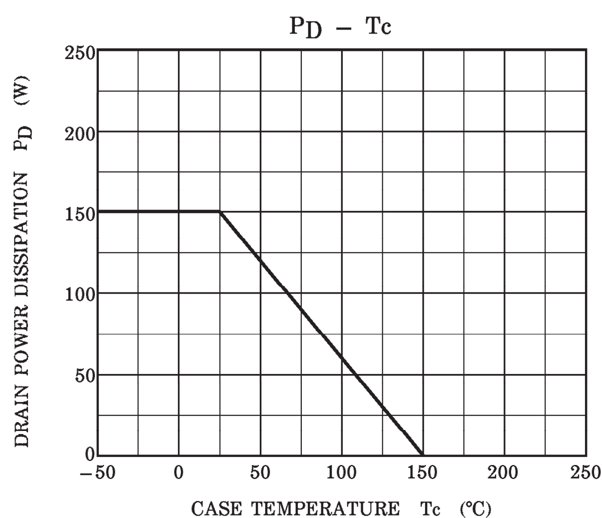




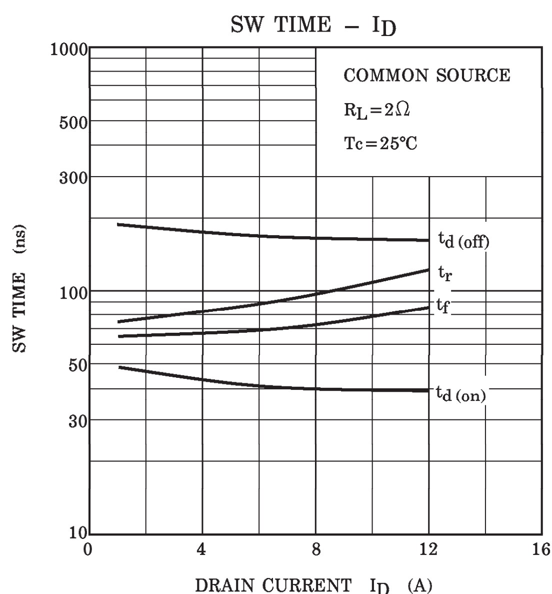


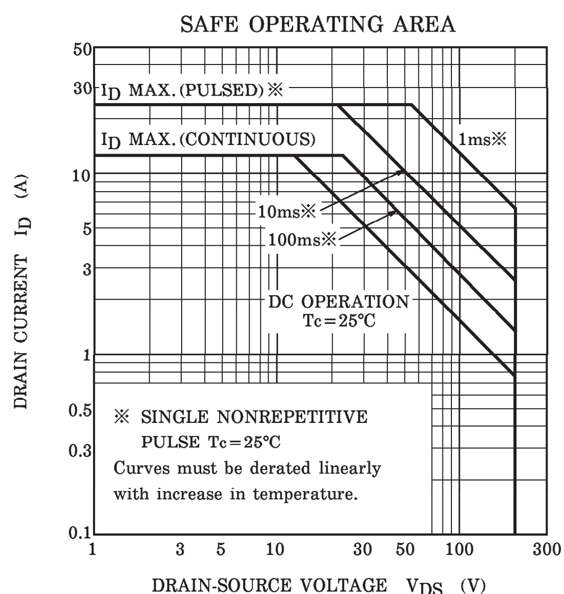






Základní charakteristiky tranzistoru 2SK1530. Vlastnosti komplementárního typu 2SJ201 se liší pouze v některých specifických rysech, daných odlišnou technologií (N a P kanál)





Spínací doby a důležitý graf s ohledem na výkonovou zatížitelnost součástky - bezpečná pracovní oblast (SOA)



SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

TOSHIBA FIELD EFFECT TRANSISTOR
2SK537
SILICON N CHANNEL MOS TYPE

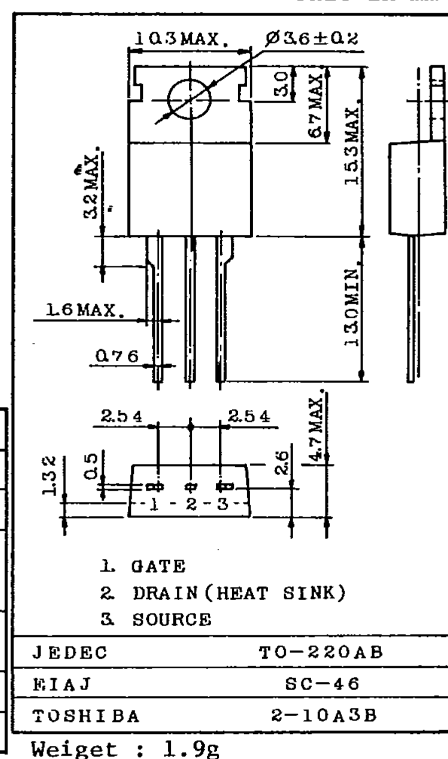
HIGH SPEED, HIGH VOLTAGE SWITCHING APPLICATIONS.
SWITCHING REGULATOR AND MOTOR DRIVE APPLICATIONS.

INDUSTRIAL APPLICATIONS
Unit in mm

FEATURES:
- High Breakdown Voltage : $V_{(BR)DSS}$=900V
- High Forward Transfer Admittance : $|Y_{fs}|$=0.4S(Typ.)
- Low Leakage Current : I_{GSS}=±100nA(Max.) @V_{GS}=±20V
  I_{DSS}=300μA(Max.) @V_{DS}=900V
- Enhancement-Mode : Vth=1.5 ~3.5V @I_D=1mA

MAXIMUM RATINGS (Ta=25°C)

CHARACTERISTIC		SYMBOL	RATING	UNIT
Drain-Source Voltage		V_{DSX}	900	V
Gate-Source Voltage		V_{GSS}	±20	V
Drain Current	DC	I_D	1	A
	Pulse	I_{DP}	3	
Drain Power Dissipation (Tc=25°C)		P_D	60	W
Channel Temperature		Tch	150	°C
Storage Temperature Range		Tstg	-55 ~150	°C



JEDEC	TO-220AB
EIAJ	SC-46
TOSHIBA	2-10A3B

Weiget : 1.9g

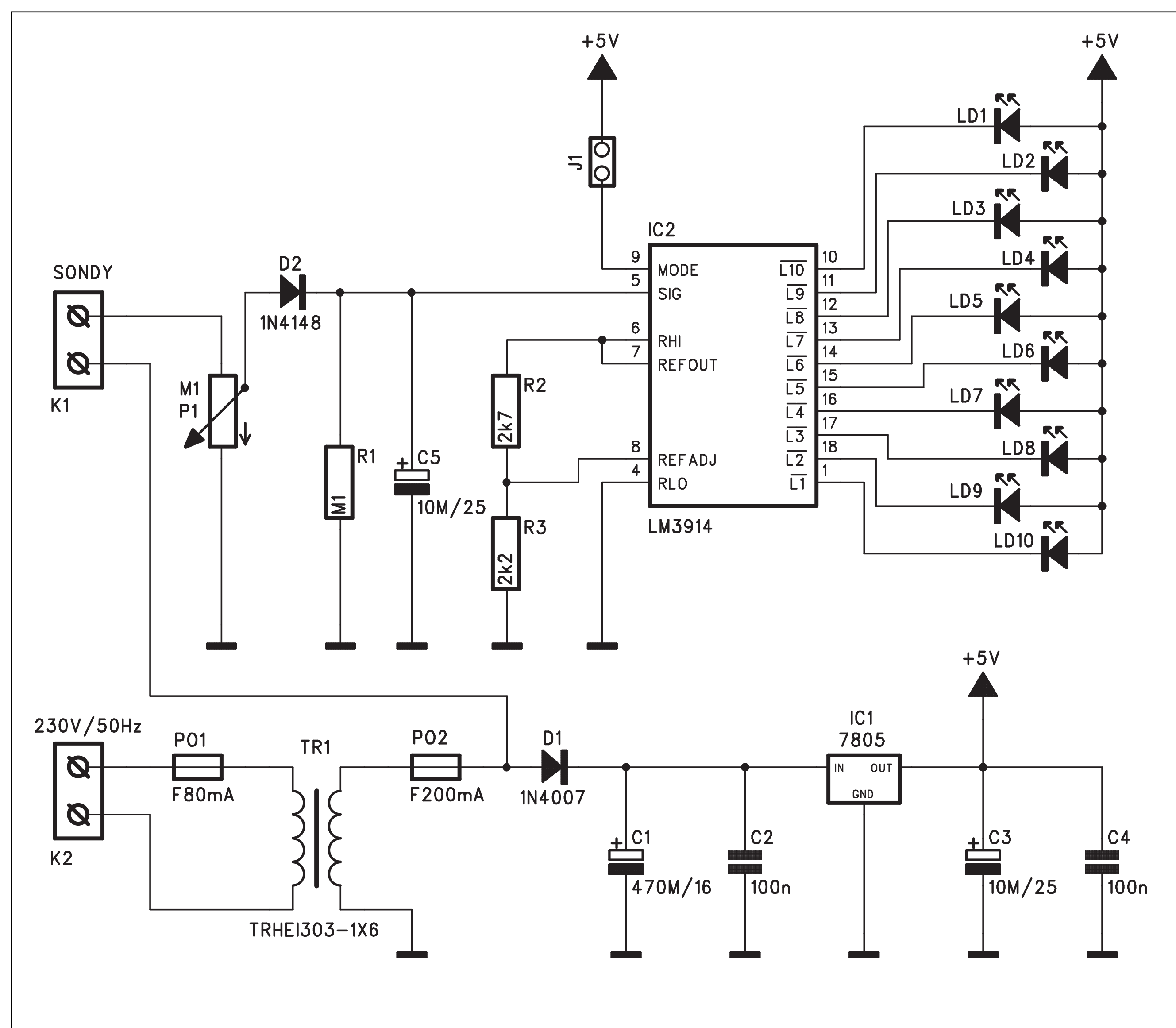
Výtah z katalogového listu tranzistoru 2SK537

Indikátor vlhkosti půdy

Jaro je tady (alespoň podle kalendáře, i když venku to zrovna ještě tak nevypadá), nicméně zahrádkáři jsou již natěšení, až se budou moc vrhnout na svá políčka a zahrádky. Po celkem vlhké zimě je sice půda zavlažená až až, ale kdo si vzpomene na loňské suché měsíce ví, že situace se může časem změnit. Proto nastal vhodný čas na oprášení indikátoru vlhkosti půdy. Jako ve většině podobných konstrukcí, vlhkost se určuje podle vodivosti půdy. Čím vlhčí půda, tím lepší vodivost (menší odpor).

Popis

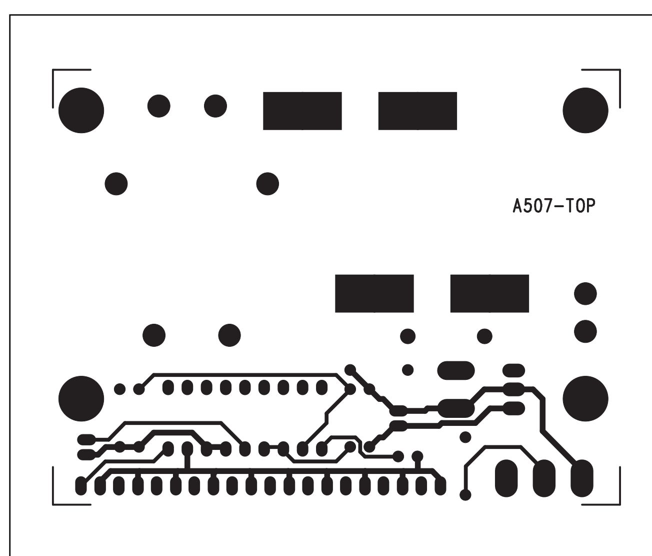
Schéma zapojení je na obr. 1. Základem zapojení je osvědčený obvod LM3914, který budí sloupec 10 LED. Indikátor je napájen z miniaturního transformátorku. Vzhledem k tomu, že v poslední době výrazně poklesly ceny malých transformátorků s vývody do plošných spojů, je často výhodnější navrhnout zařízení na provoz ze sítě, než na baterie (samozřejmě za předpokladu, že je elektrická síť v místě použití dostupná). Hned za pojistkou na sekundární straně transformátorku je střídavé napětí vyvedeno na svorkovnici pro připojení sond. Ty můžeme zhotovit například z pletacích drátů nebo uhlíkové elektrody z použité baterie. Měření odporu střídavým proudem je výhodnější, protože nedochází k elektrolýze a nadměrnému opotřebování elektrod. Střídavé napětí, které projde půdou, se přivede na potenciometr P1. Tím můžeme nastavit citlivost indikátoru podle použitých elektrod a půdních podmínek. Signál z běžce potenciometru je usměrněn diodou D2



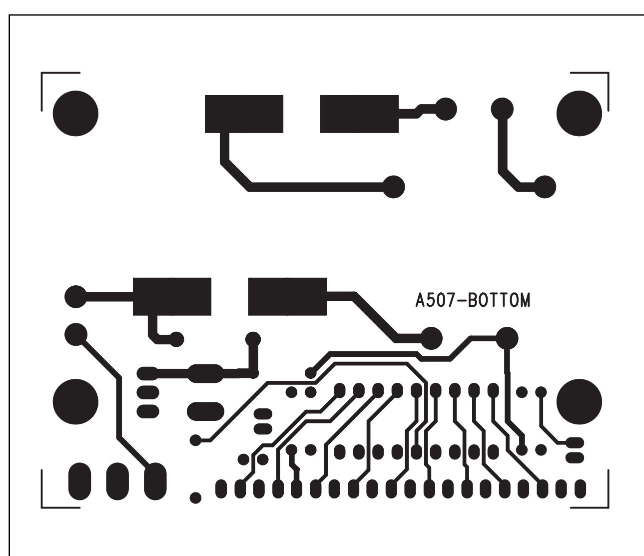
Obr. 1. Schéma zapojení indikátoru vlhkosti

K2 P01 A507-INDIK. VLHKOSTI TR1 P02 K1 D1 C2 C1 IC1 IC2 LM3914 R1 R3 R2 C4 C3 C5 J1 D2 P1 LD10 LD9 LD8 LD7 LD6 LD5 LD4 LD3 LD2 LD1 57.5 mm 75.0 mm

Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji



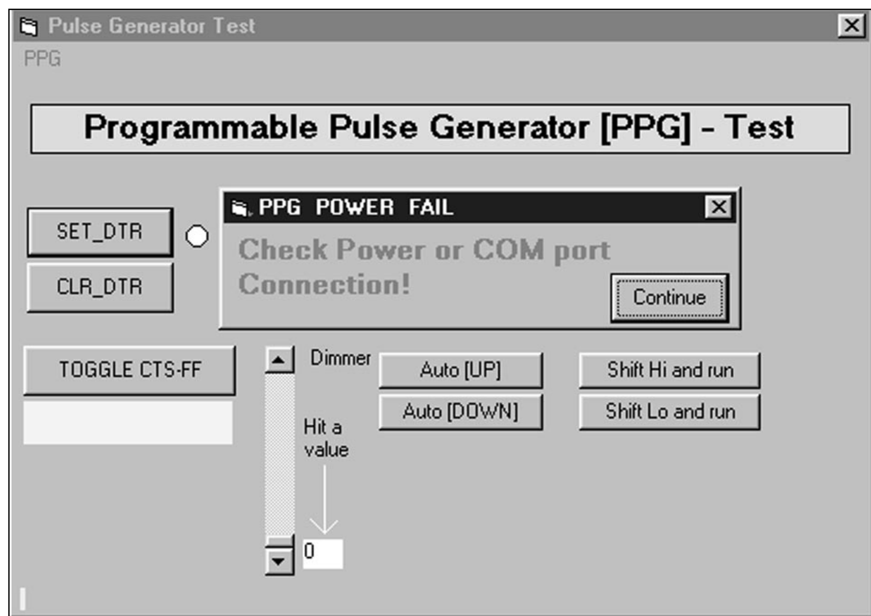
Obr. 3. Deska spojů (TOP)



Obr. 4. Deska spojů (BOTTOM)

Programovatelný impulsní generátor

V posledním čísle časopisu Elektor 4/2001 nás zaujal zajímavě řešený programovatelný impulsní generátor od Bernda Oehlerkinga. Generátor pracuje s kmitočtovým rozsahem 0,1 Hz až 100 kHz. Kmitočet se nastavuje přímo na generátoru, tvar signálu na připojeném PC, s kterým generátor komunikuje po sériové lince. Ovládací program pro PC je napsán ve VB 5.0. Výhoda zapojení spočívá v nezávislosti funkce generátoru a PC. V počítači se pouze připraví data (požadovaný sled impulsů), která se přenesou do tří 32bitových posuvných registrů 40100. Po nahrání dat již



Obr. 1. Menu TEST

a filtrován kondenzátorem C5. Zkratovací propojkou J1 se volí buď bodový nebo páskový režim indikace. Napájecí napětí +5 V se získá usměrněním sekundárního střídavého napětí diodou D1. To je stabilizováno na +5 V obvodem IC1.

Stavba

Senzor vlhkosti půdy je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 75 x 57,5 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) na obr. 3 a ze strany spojů (BOTTOM) na obr. 4. Obvod nemá žádné nastavovací prvky a při pečlivé práci by měl fungovat na první zapojení. Potenciometr P1 nastavíme zkusmo tak, aby minimum a maximum indikace odpovídalo velmi suché (minimum) nebo zcela vlhké (maximum) půdě. Záleží samozřejmě také na vzdálenosti elektrod, kterou je také nutno vyzkoušet a při případném přemístění pokud možno dodržet.

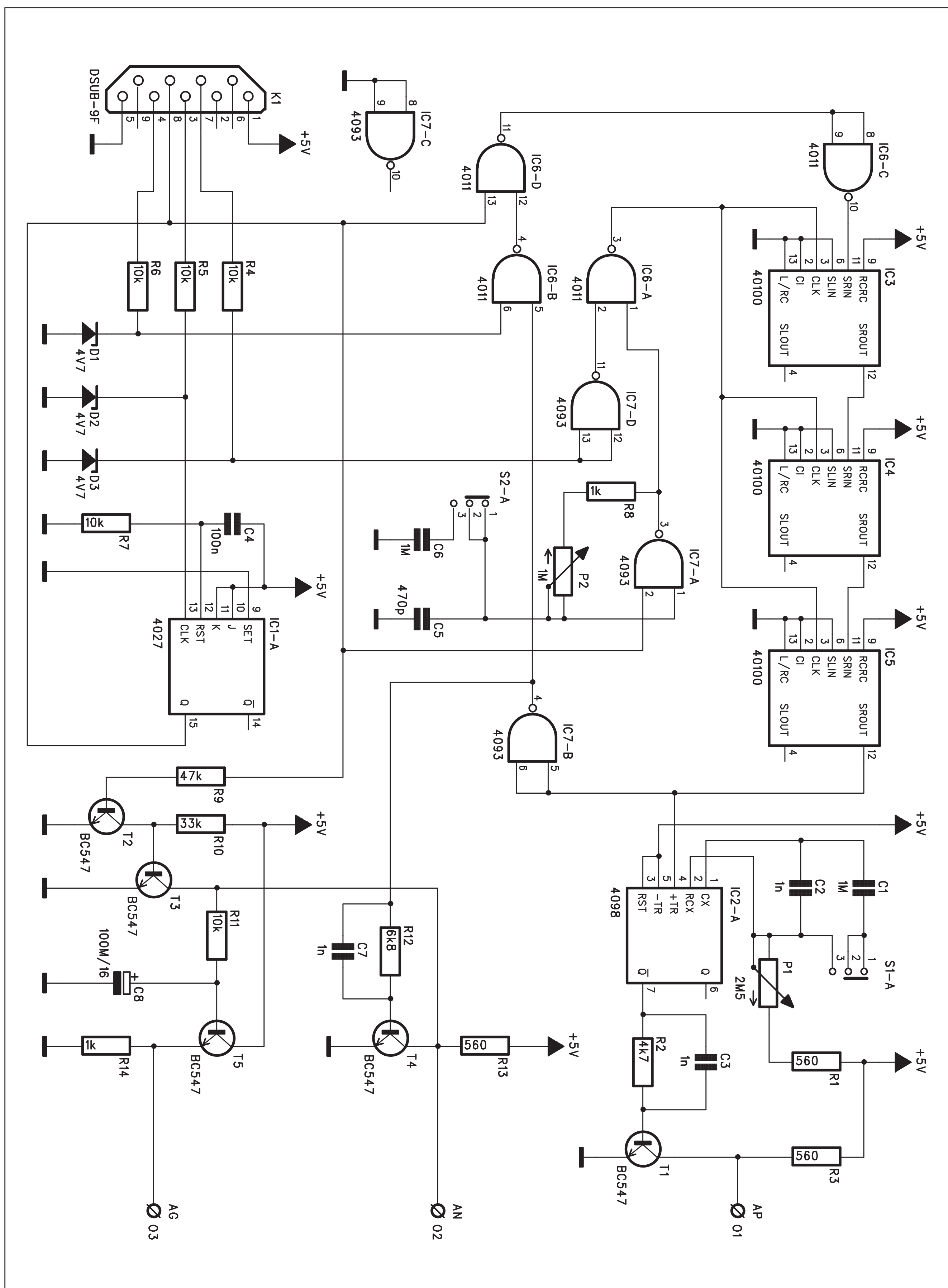
Závěr

Popsaný indikátor může usnadnit kontrolu zálivky jak v interiéru, tak i venku. Protože je zařízení napájeno síťovým napětím, musíme při práci dbát zásad bezpečnosti práce. Indikátor zabudujeme do vhodné krabice, nejlépe z plastické hmoty.

Cena dvoustranné vrtané a prokovené desky s plošnými spoji A507-DPS je 118,- Kč, kompletní stavebnice, obsahující všechny díly podle rozpisky součástek včetně desky spojů A9507-KIT stojí 398,- Kč, sestavený a oživený modul A9507-MOD je za 590,- Kč.

Seznam součástek

odpory 0204	
R1	100 kΩ
R2	2,7 kΩ
R3	2,2 kΩ
C1	470 μF/16 V
C2	100 nF
C3	10 μF/25 V
C4	100 nF
C5	10 μF/25 V
D1	1N4007
D2	1N4148
IC1	7805
IC2	LM3914
LD1	LED 3 mm G
LD2	LED 3 mm G
LD3	LED 3 mm G
LD4	LED 3 mm G
LD5	LED 3 mm G
LD6	LED 3 mm G
LD7	LED 3 mm G
LD8	LED 3 mm G
LD9	LED 3 mm G
LD10	LED 3 mm G
J1	JUMP2
K1	ARK210/2
K2	ARK110/2
P1	1 MΩ-PIHER
PO1	F 80 mA
PO2	F 200 mA
TR1	TRHEI303-1X6



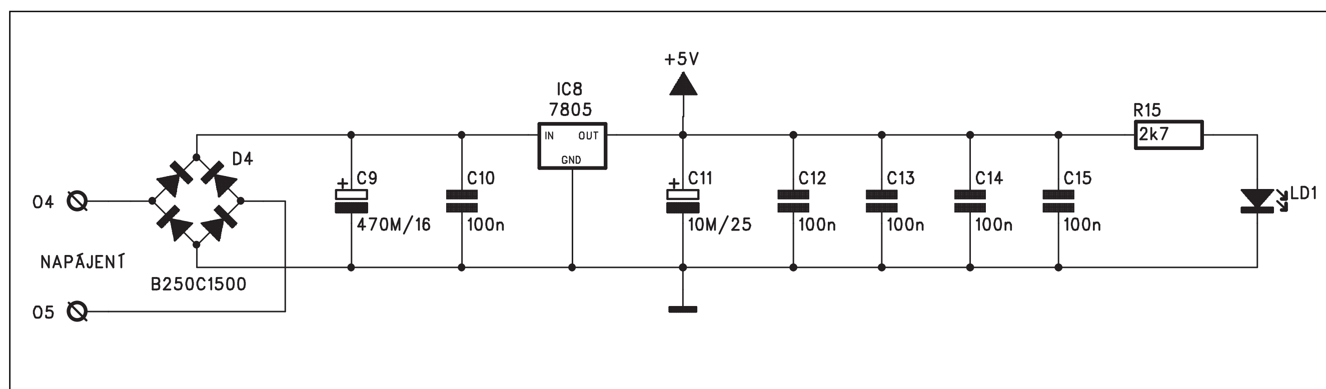
Obr. 2. Schéma zapojení řídicí části generátoru

Obr. 3. Hlavní menu ovládacího programu

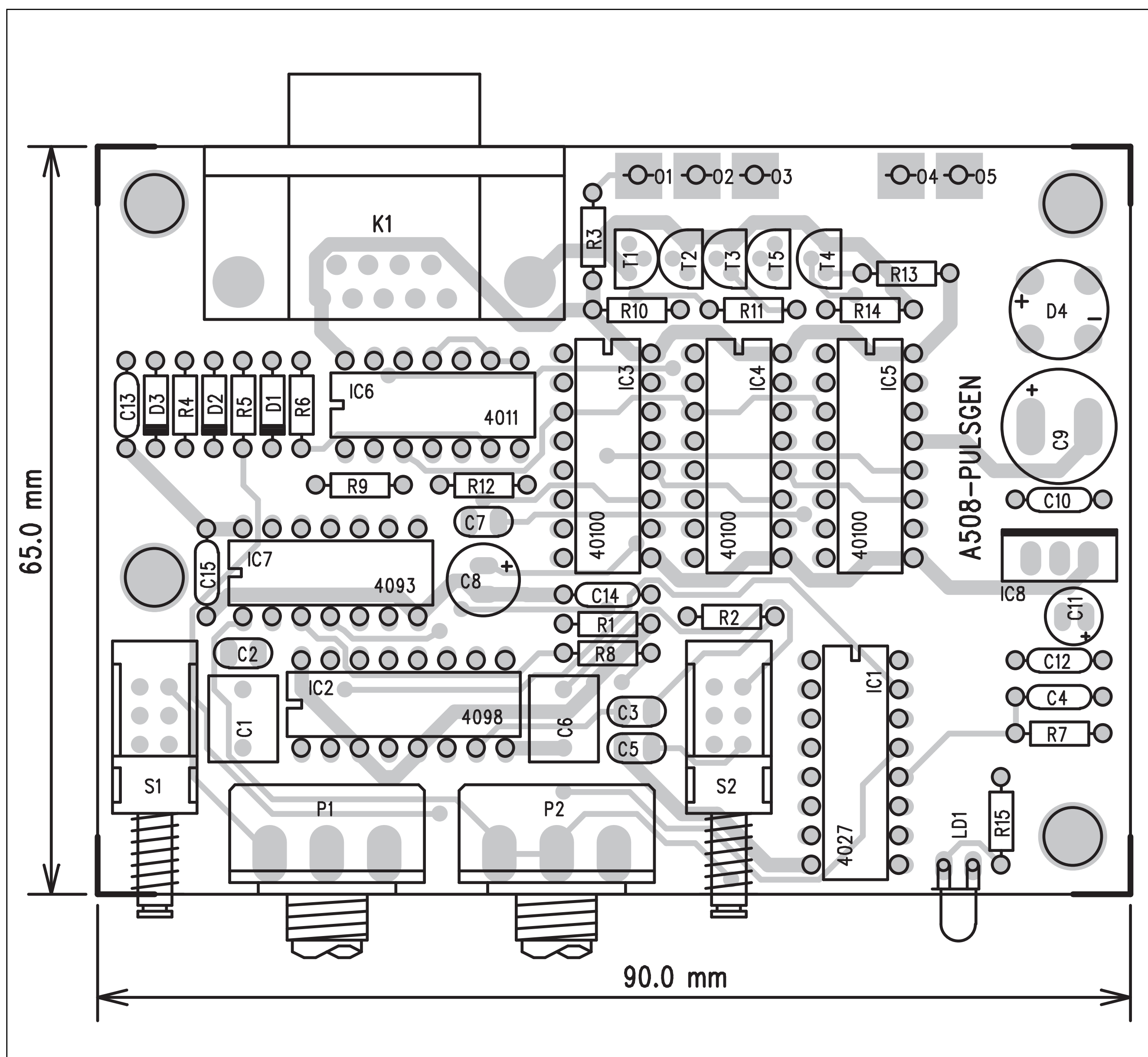
generátor pracuje samostatně. S poměrně jednoduchým hardwarem lze realizovat funkce jinak dosažitelné pouze s generátory postavenými na mikroprocesorovém základě.

Popis

Schéma zapojení signálové části generátoru je na obr. 1. Komunikace s PC probíhá přes klasický D-SUB konektor K1. Vstupy jsou ošetřeny odpory R4 až R6 a Zenerovými diodami D1 až D3. Hradlo IC7A s potenciometrem P2 a časovacími kondenzátory C5 a C6 tvoří základní



Obr. 4. Schéma zapojení napájecí části generátoru



Obr. 5. Rozložení součástek na desce generátoru

oscilátor, určující kmitočet generátoru. V trojici posuvných registrů 40100 IC3 až IC5 rotuje sled impulsů, vytvořených v PC. Generátor má tři výstupy: AP, AN a AG. Na výstupu AN je signál shodný s průběhem v posuvném registru. Výstup AG generuje střední hodnotu signálu, který je filtrován kondenzátorem C8. Výstup AP umožňuje časovačem IC2A nastavit různou délku impulsu. Ta se nastavuje potenciometrem P1 a přepínačem S1. Na vývod 1 konektoru K1 je připojeno napájecí napětí +5 V. Přítomnost napětí je testována programem a v případě nepřipojení generátoru nebo výpadku napájení se na monitoru zobrazí varovná informace viz obr. 2.

Generátor je napájen z externího zdroje stejnosměrného nebo střídavého napětí 12 až 15 V. Schéma zapojení zdroje je na obr. 3.

Použitý software je jako Freeware dostupný na domovské stránce časopisu Elektor v sekci Download (www.elektor.de). Po stažení proběhne klasická instalace (na WIN98 bez jakýchkoliv problémů). Po spuštění programu se objeví okno testu (v našem případě s chybovou hláškou - nebyl připojen generátor). Kliknutím na menu PPG (v levém horním rohu) se otevře vlastní ovládací okno generátoru, které je na obr. 4. V horní polovině je graficky znázorněno všech 96 možných impulsů. Pokud nemáte připojen generátor, neklikejte na žádné tlačítko start nebo Imm (způsobí zatuhnutí programu, program však jde ukončit přes Ctrl+Alt+Del). V levém spodním rohu jsou posuvníky předvolených průběhů (lineární, logaritmický a pod). Funkce Dimm působí na výstupu AG jako stmívač (plynule reguluje výst. napětí). V horní střední části je generátor obdélníkového

průběhu a pod ním pole pro záznam sledu impulsů.

Stavba

Generátor je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 90 x 65 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 5, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) na obr. 6 a ze strany spojů (BOTTOM) na obr. 4. Stavba je velmi jednoduchá a při pečlivé práci by měl generátor fungovat na první zapojení.

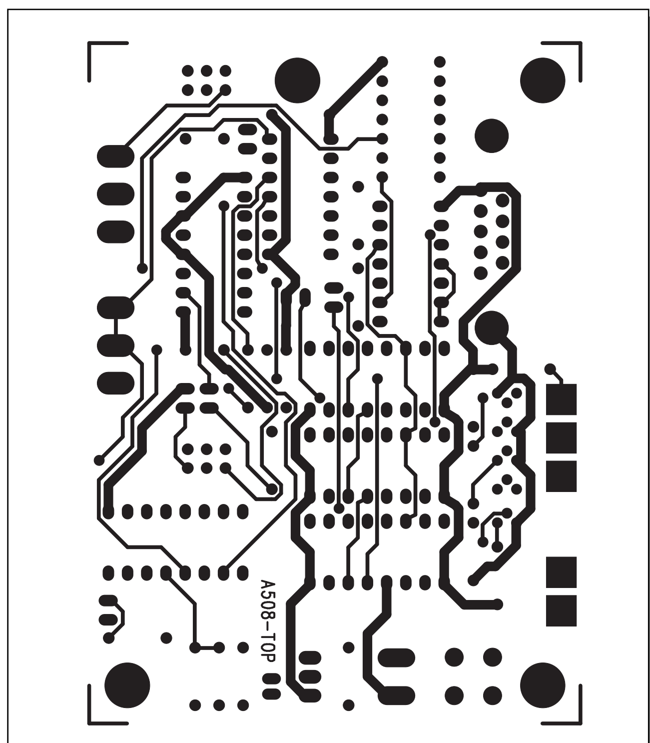
Závěr

Popsaný generátor je zajímavou ukázkou možností kombinace komfortního ovládání pomocí PC s velmi jednoduchým hardwarem. Cena dvoustranné vrtané a prokovené desky s plošnými spoji A508-DPS je 165,- Kč, kompletní stavebnice, obsahující všechny díly podle rozpisky součástek včetně desky spojů A9508-KIT stojí 465,- Kč, sestavený a oživený modul A9508-MOD je za 689,- Kč.

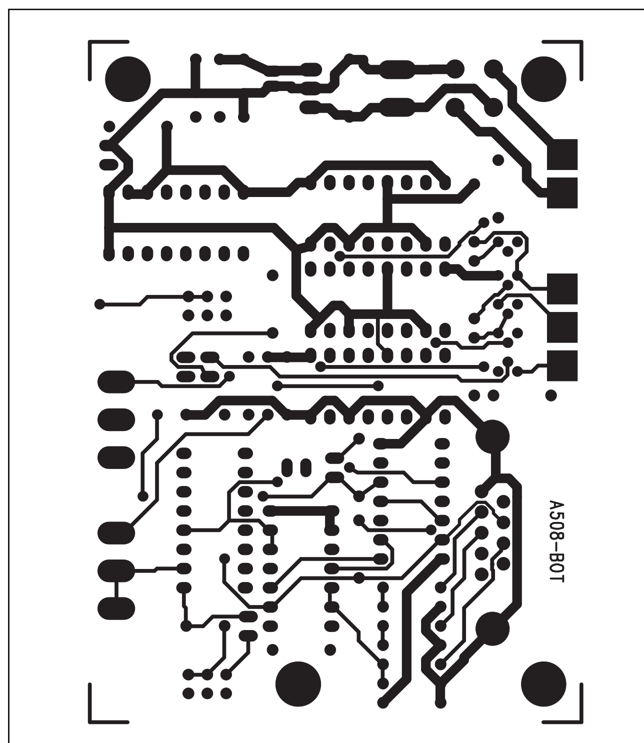
Seznam součástek

odpory0204
R1 . . . . 560 Ω
R2 . . . . 4,7 kΩ
R3 . . . . 560 Ω
R4 . . . . 10 kΩ
R5 . . . . 10 kΩ
R6 . . . . 10 kΩ
R7 . . . . 10 kΩ
R8 . . . . 1 kΩ
R9 . . . . 47 kΩ
R10 . . . . 33 kΩ
R11 . . . . 10 kΩ
R12 . . . . 6,8 kΩ
R13 . . . . 560 Ω
R14 . . . . 1 kΩ
R15 . . . . 2,7 kΩ
. . . .
C1. . . . . 1 μF
C2. . . . . 1 nF
C3. . . . . 1 nF
C4. . . . . 100 nF
C5. . . . . 470 pF
C6. . . . . 1 μF
C7. . . . . 1 nF
C8 . . . . 100 μF/16 V
C9 . . . . 470 μF/16 V
C10 . . . . 100 nF
C11 . . . . 10 μF/25 V
C12 . . . . 100 nF
C13 . . . . 100 nF
C14 . . . . 100 nF
C15 . . . . 100 nF
. . . .
D1 . . . . 4V7-ZD
D2 . . . . 4V7-ZD
D3 . . . . 4V7-ZD
D4 . . . . B250C1500
IC1 4027
IC2 4098
IC3 40100
IC4 40100
IC5 40100
IC6 4011
IC7 4093
IC8 7805
T1 . . . . BC547
T2 . . . . BC547
T3 . . . . BC547
T4 . . . . BC547
T5 . . . . BC547

K1 . . . . DSUB-9F
LD1 . . . . LED3mmG
P1 . . . . 2,2 MΩ-PIHER
P2 . . . . 1 MΩ-PIHER
S1 . . . . PBS22D02
S2 . . . . PBS22D02



Obr. 6. Deska generátoru (TOP)



Obr. 7. Deska generátoru (BOTTOM)

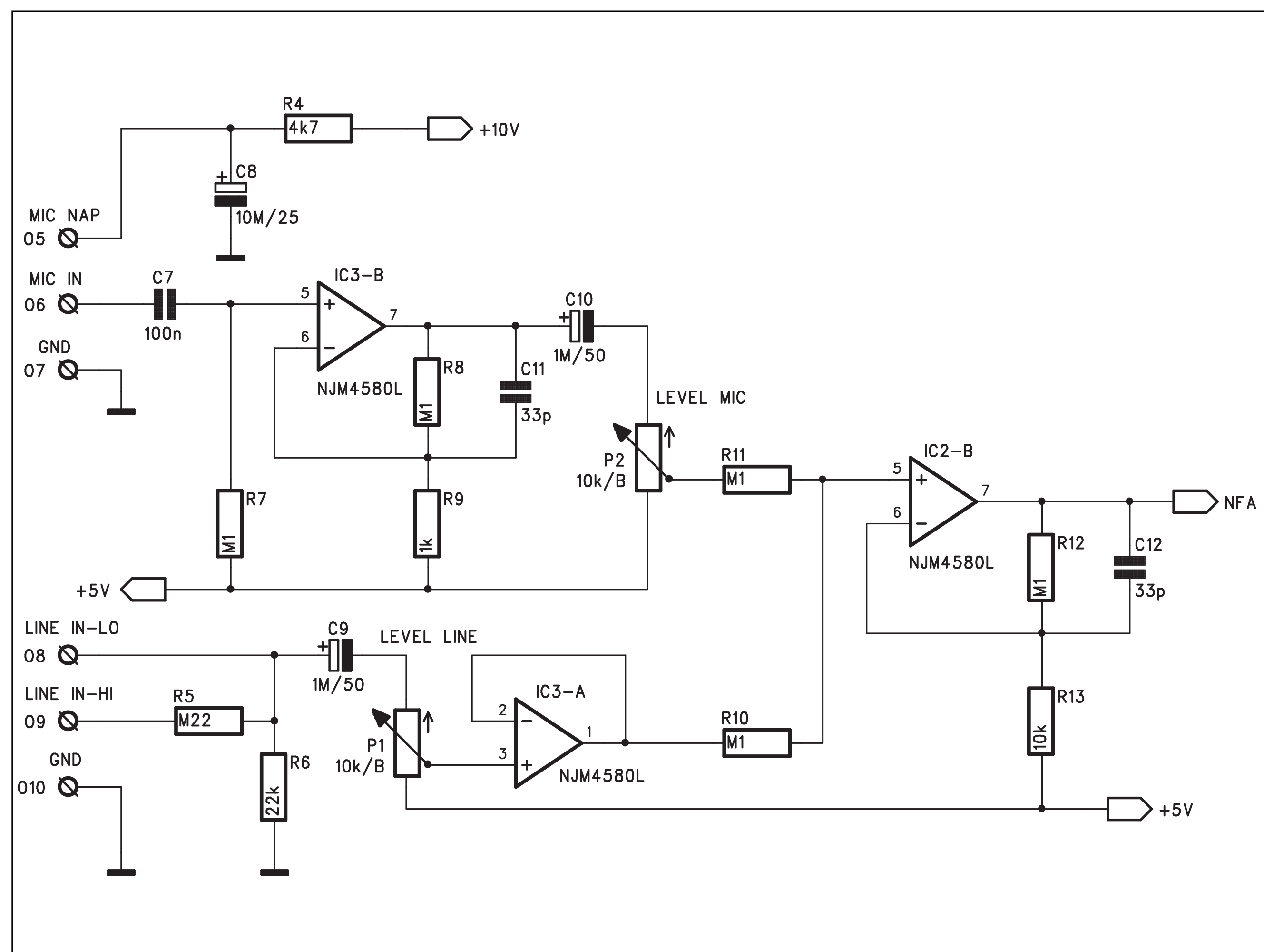
Barevná hudba

Jak jde čas a odrůstají starší generace mladých příznivců hlasité hudby a diskotékových efektů, na jejich místa přicházejí jejich nástupci. Takže variace na téma barevná hudba je nikdy nekončící píseň. Poměrně jednoduché zapojení barevné hudby s výstupy na běžné žárovky s příkonem do 200 W/kanál bude popsáno v následujícím příspěvku.

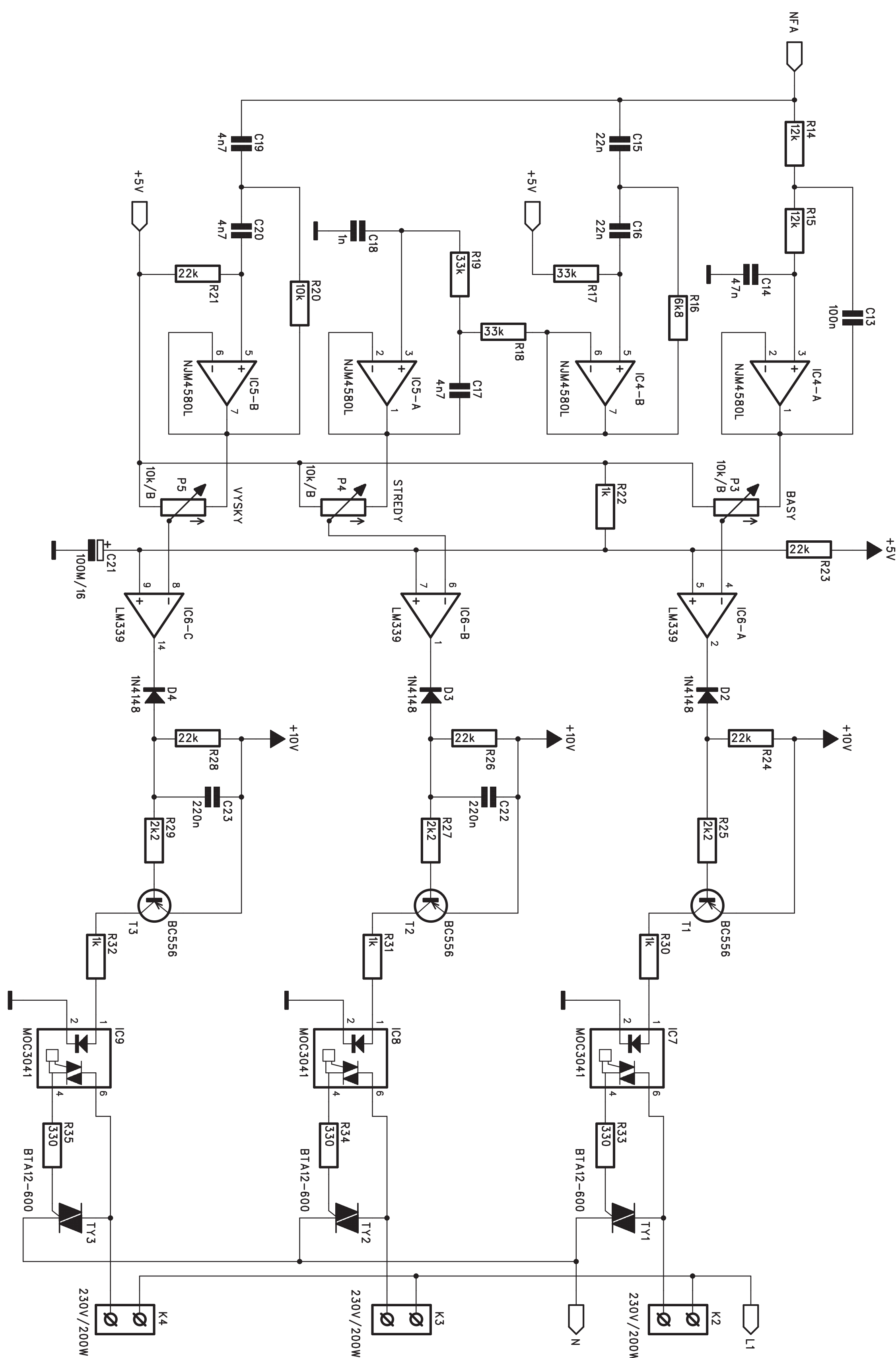
Popis

Na obr. 1 je schéma zapojení vstupních signálových obvodů barevné hudby. Jako zdroj signálu může sloužit buď běžný kondenzátorový mikrofon (kapsle) nebo linkový vstup s nízkou nebo vysokou úrovní. Mikrofonní signál je zesílen obvodem IC3, který má pevně nastavené zesílení 100 (40 dB) odpory R8 a R9. Na výstupu je potenciometr hlasitosti P2. Linkový vstup je přiveden přímo na potenciometr hlasitosti P1, případně ještě zeslaben děličem R5/R6. Operační zesilovač IC3 je zapojen jako sledovač. Oba signály se smíchají na vstupu operačního zesilovače IC2B, který má zesílení 10 (20 dB).

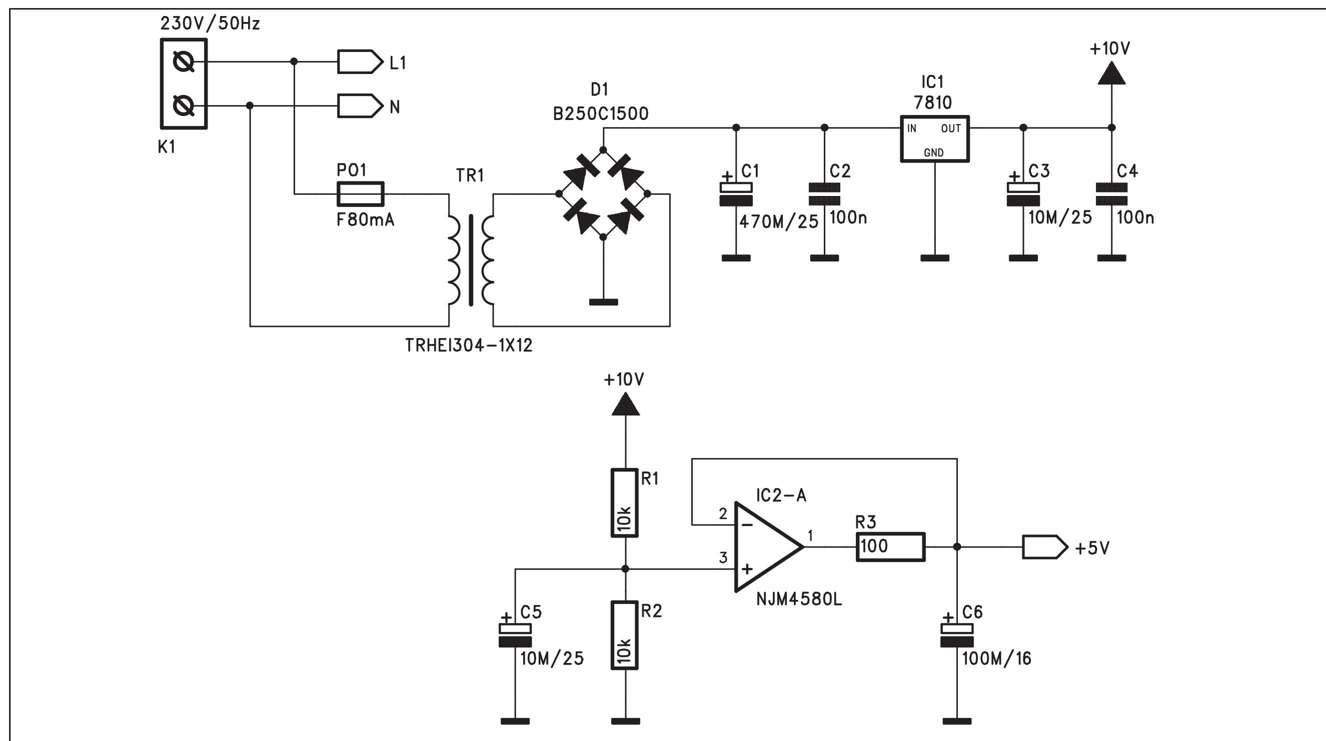
Ze vstupních obvodů je signál přiveden k obvodům filtrů. Jejich zapojení je na obr. 2. V podstatě se jedná o dolní propust v případě flitru pro hloubky, kombinovanou horní a dolní propust pro střední kmitočty (IC4B a IC5A) a horní propust pro výšky s IC5B. Na výstupech propustí jsou potenciometry úrovně jednotlivých kanálů P3 až P5. Signál z filtrů se porovnává v komparátorech IC6A až IC6B s konstantním napětím +5 V ze zdroje. V případě překlopení komparátoru se přes diodu D2 otvírá tranzistor T1 a tím i optočlen s triakem a detektorem průchodu nulou MOC3041. Ten již spíná triak TY1 typu BTA12-600. Na rozdíl od jiných zapojení barevné hudby, které jsou řízeny fázově, má popsané zapojení výhodu v daleko nižším rušení do okolí (sítě) právě díky použití obvodu MOC3041, který spíná pouze při průchodu střídavého napětí nulou. Intenzita svitu je tedy dána vypouštěním některých period síťového napětí. Za normálních okolností by takto řízené (stmívané)



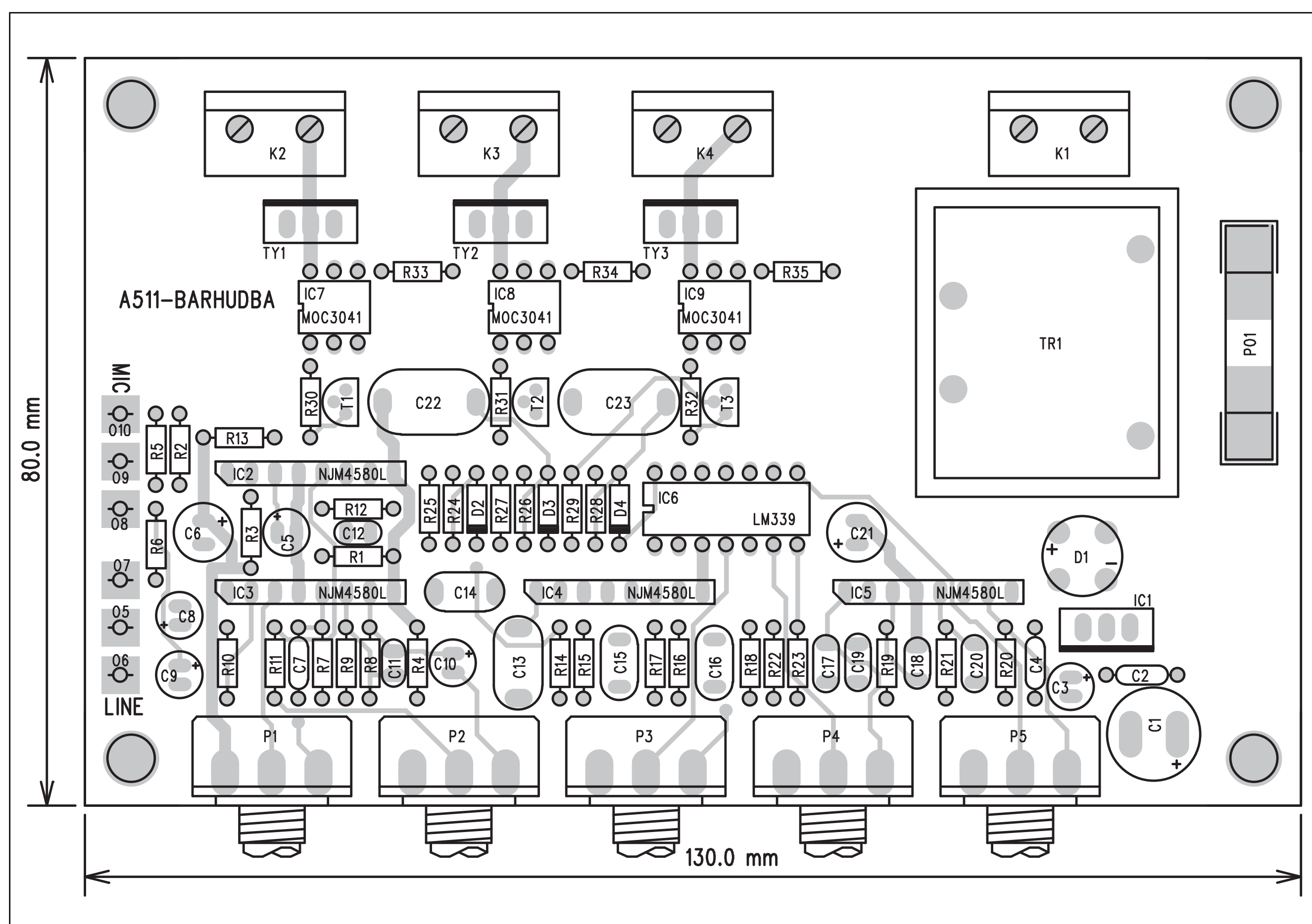
Obr. 1. Schéma zapojení barevné hudby - mikrofonní a linkový vstup



Obr. 2. Schéma zapojení řídicí a výkonové části barevné hudby



Obr. 3. Napájecí část barevné hudby



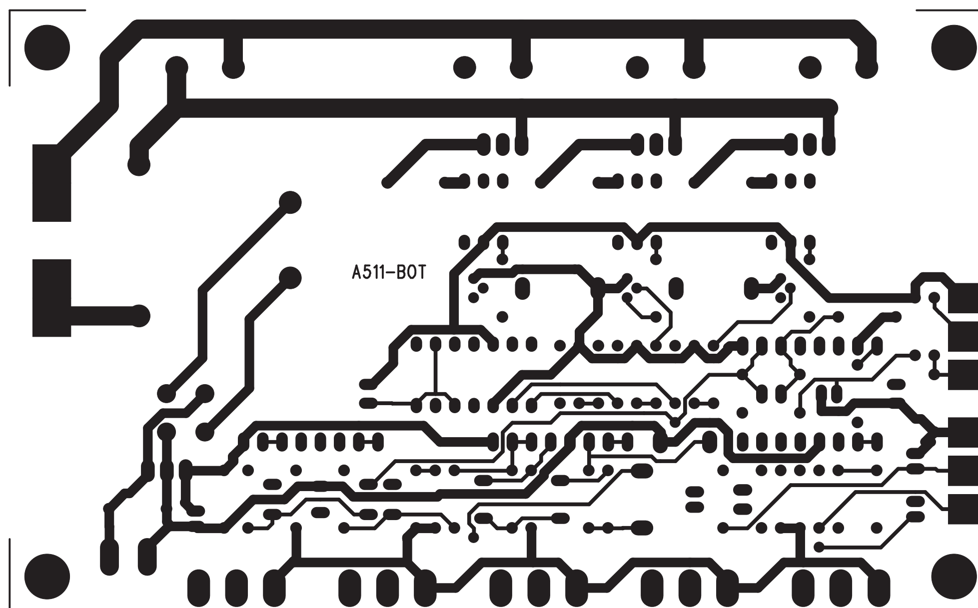
Obr. 4. Rozložení součástek na desce barevné hudby

osvětlení působilo blikáním velmi nepříjemně na zrak, u rytmicky poblikávající barevné hudby to však zásadně nevadí. Ke snížení tohoto efektu přispívá i relativně značná setrvačnost vlákna žárovky.

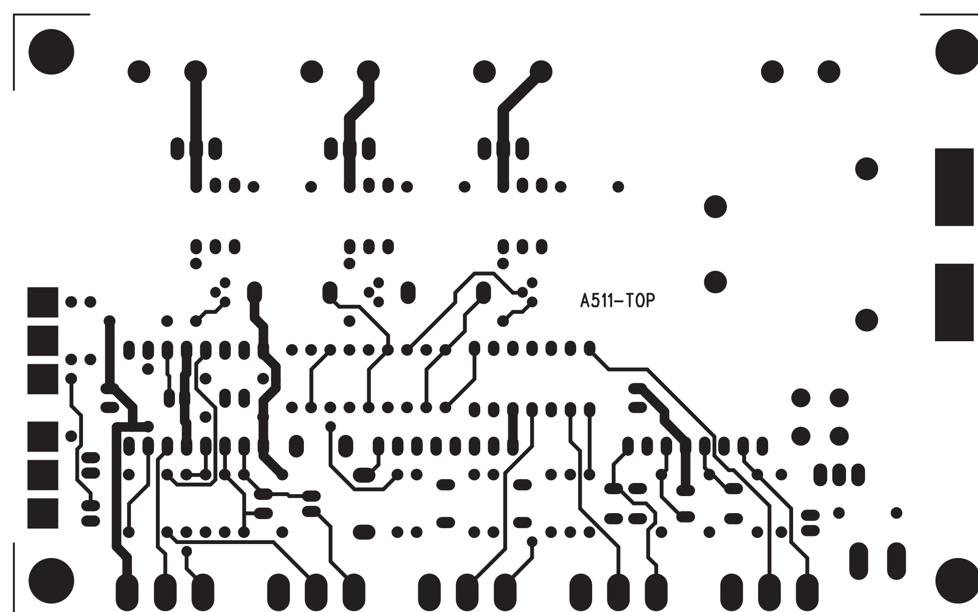
Barevná hudba je napájena z vestavěného síťového zdroje, který je na obr. 3. Zapojení usměrňovače s D1 a stabilizátoru je klasické, obvod IC2A vytváří střed napájecího napětí +5 V.

Stavba

Barevná hudba je zhotovena na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 130 x 80 mm. Všechny součástky jsou umístěny na desce s plošnými spoji. Rozložení součástek je na obr. 4, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 5, ze strany spojů (BOTTOM) na obr. 6. Desku osadíme běžným postupem (od nejnižších součástek po nejvyšší), zapájíme a pečlivě zkontrolujeme.



Obr. 5. Obrazec desky s plošnými spoji barevné hudby - strana součástek (TOP)



Obr. 6. Obrazec desky s plošnými spoji barevné hudby - strana spojů (BOTTOM)

Zapojení neobsahuje žádné nastavovací prvky, po kontrole a připojení napájecího napětí by mělo bez problémů pracovat. Pozor, na desce je volně přístupné síťové napětí, proto musíte při oživování postupovat opatrně a dodržovat bezpečnostní předpisy. Hotové zařízení umístíme do vhodné, nejlépe plastové krabičky. Hřídelky potenciometrů prochází předním panelem. Protože jsou použity optočleny pro galvanické oddělení řídicí a výkonové části, můžeme použít potenciometry s kovovými hřídelkami. Řešení silových přívodů závisí na tom, zda se jedná o pevnou instalaci, pak můžeme připojit žárovky přímo na svorkovnice, nebo bude barevná hudba používána jako mobilní, pak je dobré zadní stěnu opatřit běžnými síťovými zásuvkami.

Seznam součástek

odpory 0204

R1	10 kΩ
R2	10 kΩ
R3	100 Ω
R4	4,7 kΩ
R5	220 kΩ
R6	22 kΩ
R7	100 kΩ
R8	100 kΩ
R9	1 kΩ
R10	100 kΩ
R11	10 kΩ
R13	10 kΩ
R14	12 kΩ
R15	12 kΩ
R16	6,8 kΩ
R17	33 kΩ
R18	33 kΩ
R19	33 kΩ
R20	10 kΩ
R21	22 kΩ
R22	1 kΩ
R23	22 kΩ
R24	22 kΩ
R25	2,2 kΩ
R26	22 kΩ
R27	2,2 kΩ
R28	22 kΩ
R29	2,2 kΩ
R30	1 kΩ
R31	1 kΩ
R32	1 kΩ
R33	330 Ω
R34	330 Ω
R35	330 Ω

kondenzátory

C1	470 µF/25 V
C2	100 nF
C3	10 µF/25 V
C4	100 nF
C5	10 µF/25 V
C6	100 µF/16 V
C7	100 nF
C8	10 µF/25 V
C9	1 µF/50 V
C10	1 µF/50 V
C11	33 pF
C12	33 pF
C13	100 nF
C14	47 nF
C15	22 nF
C16	22 nF
C17	4,7 nF
C18	1 nF
C19	4,7 nF
C20	4,7 nF
C21	100 µF/16 V
C22	220 nF
C23	220 nF

polovodiče

D1	B250C1500
D2	1N4148
D3	1N4148
D4	1N4148
IC1	7810
IC2	NJM4580L
IC3	NJM4580L
IC4	NJM4580L
IC5	NJM4580L
IC6	LM339
IC7	MOC3041
IC8	MOC3041
IC9	MOC3041
T1	BC556
T2	BC556
T3	BC556
TY1	BTA12-600
TY2	BTA12-600
TY3	BTA12-600

ostatní

K1	ARK110/2
K2	ARK110/2
K3	ARK110/2
K4	ARK110/2
P1	10 kΩ/B P16M
P2	10 kΩ/B P16M
P3	10 kΩ/B P16M
P4	10 kΩ/B P16M
P5	10 kΩ/B P16M
PO1	F80 mA
TR1	TRHEI304-1X12

Závěr

Popsaná barevná hudba se od ostatních běžných zapojení odlišuje způsobem řízení se spínáním v nule. Přes svoji jednoduchost jak při stavbě, tak i při oživování působí tento světelný efekt zcela klasickým způsobem. Výhodou je kompaktní konstrukce systému "vše na jedné desce". Případní zájemci si mohou objednat samotnou desku s plošnými spoji A511-DPS za 295,- Kč, kompletní sadu součástek podle rozpisky materiálu včetně desky s plošnými spoji A9511-KIT za 860,- Kč a hotový osazený a oživený modul A9511-MOD za 1190,- Kč.

Inzerce

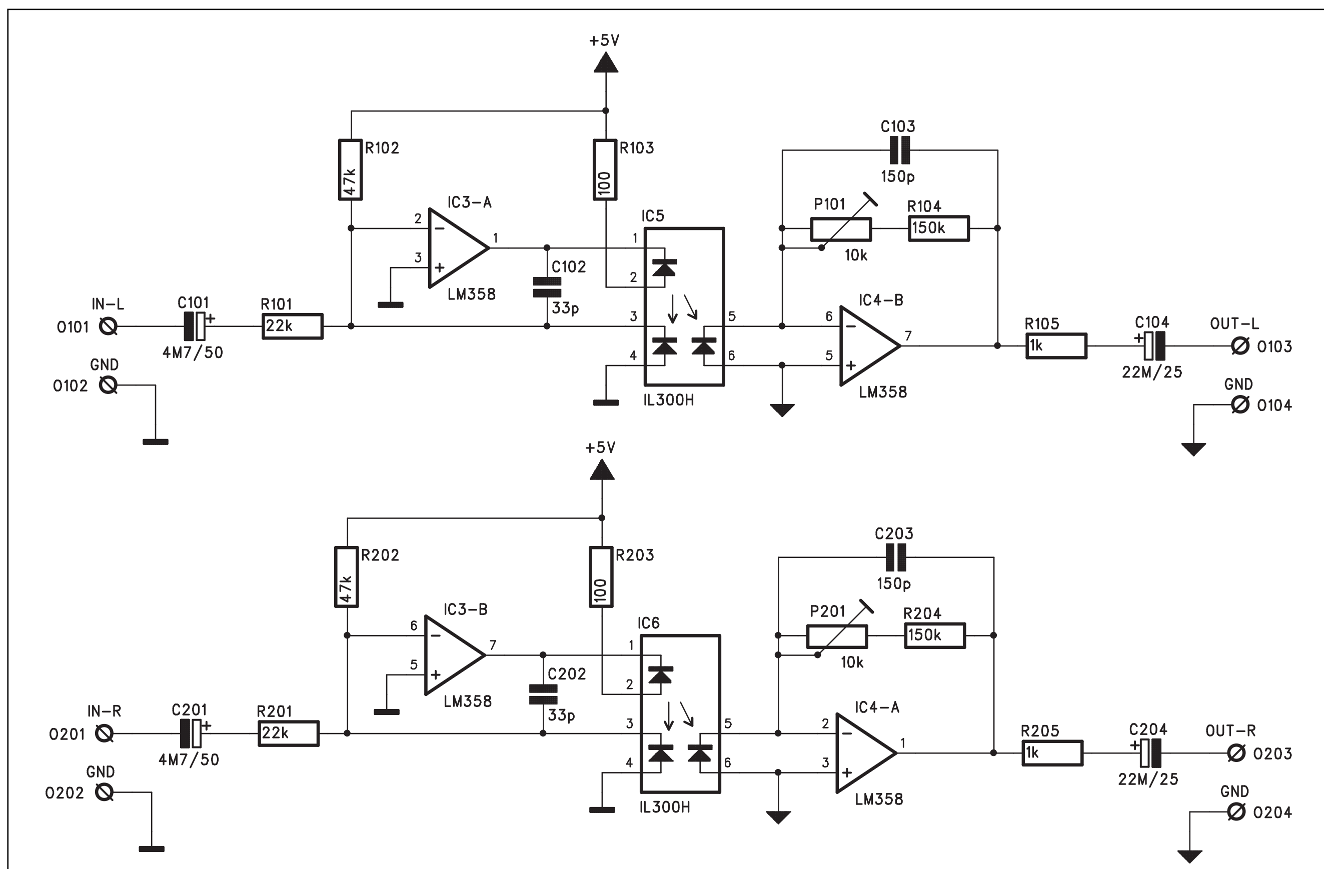
Optoizolátor pro nf zařízení

Při instalacích rozvodů nízkofrekvenčních zařízení se může vyskytnout problém s různými zemnicími potenciály. V případě digitálního signálu je velmi jednoduchým řešením použití optočlenu. Většina běžných optočlenů je však nepoužitelná pro přenos analogového signálu. Existuje však speciální varianta optočlenu, která je určena právě pro přenos a galvanické oddělení analogových signálů. Dvoukanálový oddělovač, použitelný pro nf aplikace, je popsán v následujícím příspěvku.

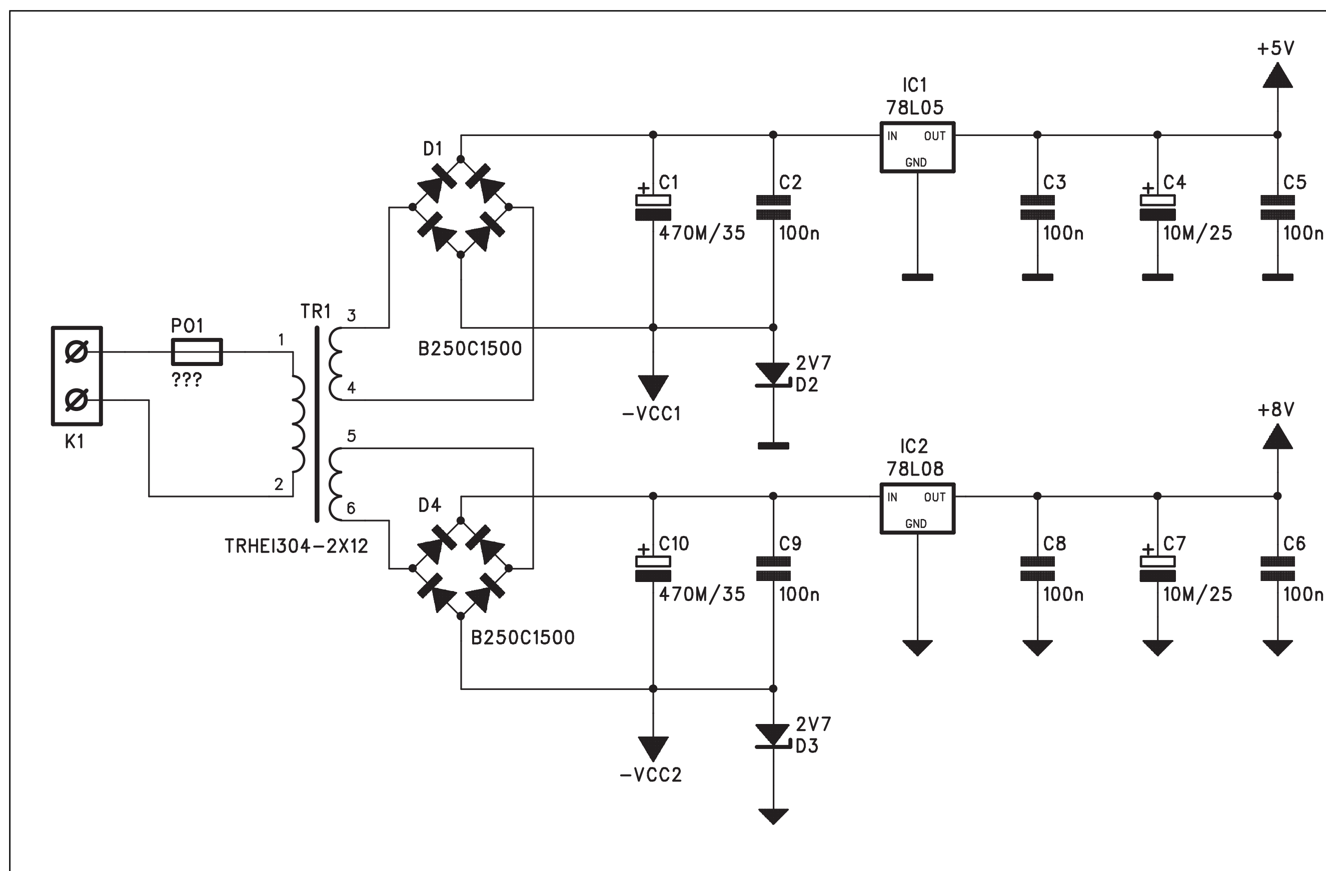
Popis

Schéma zapojení signálové části optoizolátoru je na obr. 1, napájecí zdroj je na obr. 2. Signálové část obsahuje dvě shodné větve, součástky prvního kanálu jsou číslovány od 101, součástky druhého kanálu od 201. Vstupní signál je oddělen vazebním kondenzátorem od stejnosměrné složky a přes odpor R101 přiveden na vstup prvního operačního zesilovače IC3A. Ten napájí LED v optočlenu IL300 (IC5). Protože za normálních okolností by bylo obtížné zkonstruovat optický vazební prvek s lineárním přenosem, je v optočlenu IL300 použita zajímavá finta. LED, zapojená mezi vývody 1 a 2 ozařuje dvě shodné fotodiody (proto jsou orientovány v závěrném směru, s rostoucím osvětlením klesá jejich odpor). Jak již bylo řečeno, při pouhé kombinaci LED - fotodioda by přenos nebyl lineární. Protože se odpor obou fotodiod mění shodně, stačí první fotodiodu zapojit do obvodu zpětné vazby operačního zesilovače. Tím se linearizuje přenosová charakteristika a druhá fotodioda, zapojená do zpětné vazby druhého operačního zesilovače zajišťuje, aby výstupní napětí bylo úměrné vstupnímu napětí (přesné nastavení umožňuje trimr P101). Přes odpor R105 a kondenzátor C104 je signál přiveden na výstup oddělovače. Druhý kanál je zapojen identicky.

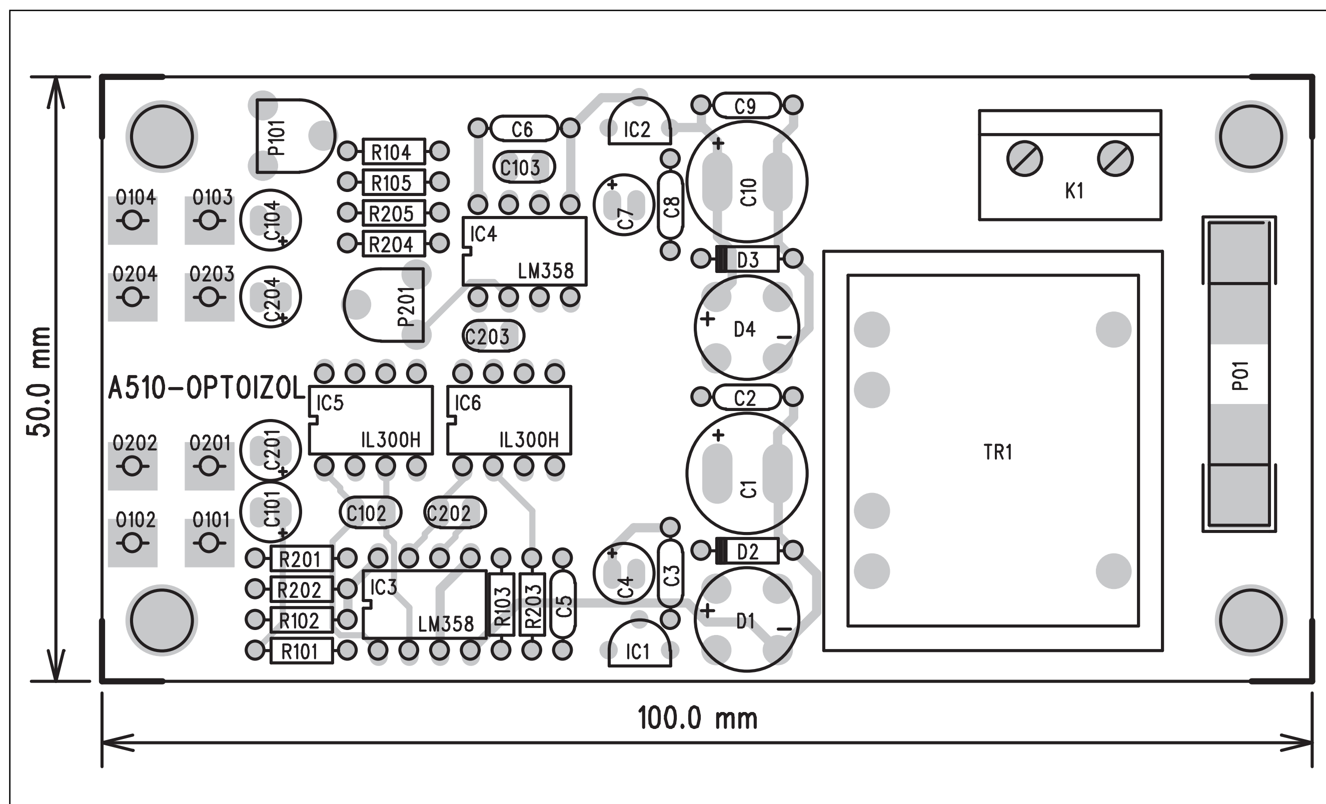
Napájecí zdroj na obr. 2 využívá jeden síťový transformátor s dvojitým sekundárem. Každá polovina sekundáru pak napájí vstupní nebo výstupní část oddělovače. Pokud potřebujeme oddělit pouze mírně rozdílné potenciály, což je nejčastější případ, toto řešení stačí. Nelze tak ale oddělit dvě rozdílná síťová napětí, protože sekundární vinutí transformátoru nejsou dimenzována (a testována) na síťové napětí. V tom případě by musely být použity dva samostatné síťové transformátorky, u kterých je testována (a zaručována) elektrická



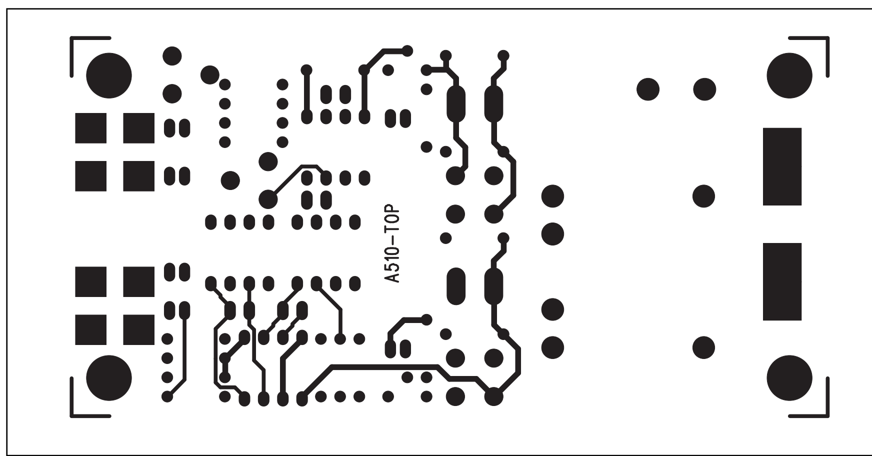
Obr. 1. Schéma zapojení optoizolátoru pro přenos nf signálů - signálová část



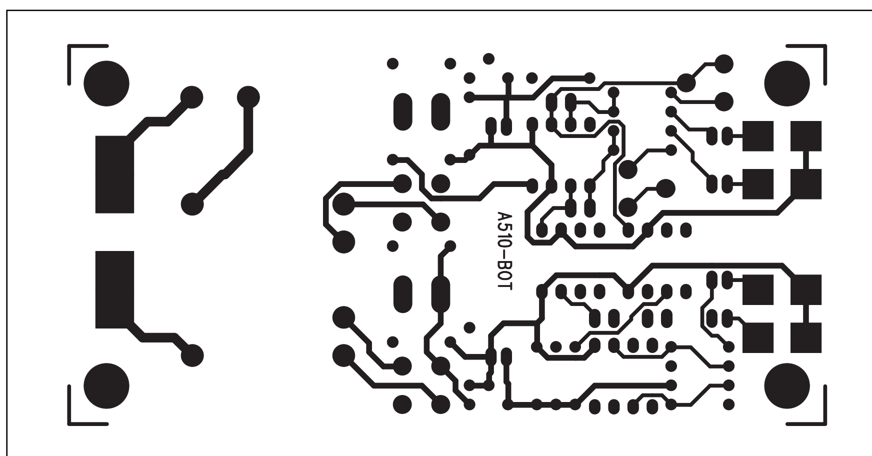
Obr. 2. Schéma zapojení napájecí části optoizolátoru pro nf zařízení



Obr. 3. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji



Obr. 4. Obrazec desky s plošnými spoji (TOP)



Obr. 5. Obrazec desky s plošnými spoji - (BOTTOM)

pevnost mezi primárem a sekundárem. Jinak je napájecí zdroj klasické koncepce s integrovanými regulátory IC1 a IC2.

Stavba

Oddělovač je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 100 x 50 mm. Všechny součástky jsou umístěny na desce s plošnými spoji. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 3, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 4, ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 5. Stavba je jednoduchá a neskrývá žádná úskalí. Po osazení a zapájení součástek desku pečlivě prohlédneme a odstraníme případné závady. Protože na desce je volně přístupné síťové napětí, pracujeme opatrně a dbáme zásad bezpečnosti práce. Po zapnutí do sítě zkontrolujeme napájecí napětí (pozor, jsou dva zemnicí potenciály a dvě napájení). Na vstup připojíme sinusový signál a nejlépe osciloskopem zkontrolujeme výstupní napětí. Případné rozdíly v úrovních obou kanálu srovnáme trimry P101 a P201. Tím je stavba oddělovače hotova.

Závěr

Popsané zapojení ukazuje možnosti použití lineárního optočlenu IL300. I když tento prvek není nejlacinější, galvanické oddělení kvalitním transformátorem (včetně stínění) může být i dražší. V některých případech může být galvanické oddělení jedinou cestou, jak odstranit problémy s různými napěťovými potenciály nebo zemnicími smyčkami. Pro případné zájemce dodáváme samostatnou dvoustrannou, vrtanou a prokovenou desku s plošnými spoji A510-DPS za 139,- Kč, kompletní sadu součástek podle rozpisky materiálu A9510-KIT za 675,- Kč a osazený a oživený modul A9510-MOD za 980,- Kč.

Seznam součástek

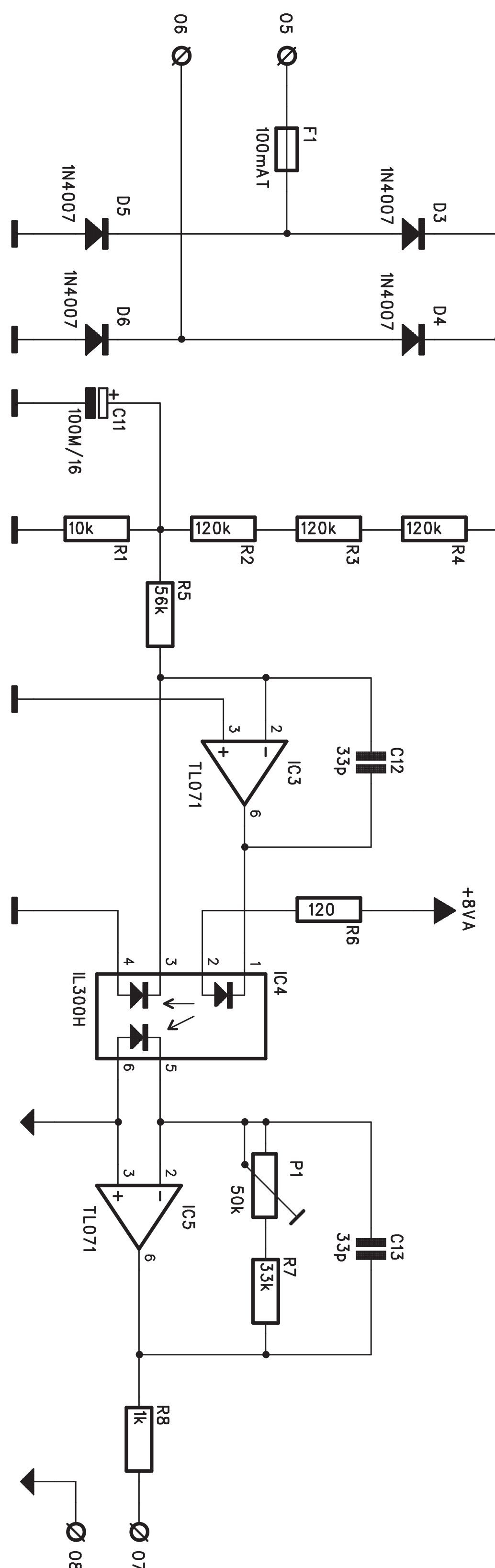
odpory 0204	
R101	22 kΩ
R102	47 kΩ
R103	100 Ω
R104	150 kΩ
R105	1 kΩ
R201	22 kΩ
R202	47 kΩ
R203	100 Ω
R204	150 kΩ
R205	1 kΩ
C1	470 μF/35 V
C2	100 nF
C3	100 nF
C4	10 μF/25 V
C5	100 nF
C6	100 nF
C7	10 μF/25 V
C8	100 nF
C9	100 nF
C10	470 μF/35 V
C101	4,7 μF/50 V
C102	33 pF
C103	150 pF
C104	22 μF/25 V
C201	4,7 μF/50 V
C202	33 pF
C203	150 pF
C204	22 μF/25 V
D1	B250C1500
D2	2V7-ZD
D3	2V7-ZD
D4	B250C1500
IC1	78L05
IC2	78L08
IC3	LM358
IC4	LM358
IC5	IL300H
IC6	IL300H
K1	ARK110/2
P101	10 kΩ-PT10L
P201	10 kΩ-PT10L
PO1	POJ X20
TR1	TRHEI304-2X12

Měřicí oddělovač s optočlenem

Při měření střídavých napětí často požadujeme, aby byl měřicí vstup galvanicky oddělen od zbytku zařízení. Pro tyto účely byl vyvinut speciální optočlen IL300. Jeho princip spočívá v jedné LED ve společném pouzdře s dvěmi fotodiodami. Jedna se zapojí na straně vysílací do obvodu zpětné vazby, kdežto druhá je v podobném zapojení na straně přijímací. Tím je dosaženo dobré linearity přenosu. Stejného principu je v tomto čísle SaK využito i pro galvanické oddělení nf signálů.

Popis

Schéma signálové části oddělovače je na obr. 1. Zařízení je určeno pro převod vstupního střídavého napětí 0 až 250 V na stejnosměrné napětí 0 až 5 V. Na vstupu oddělovače je proto usměrňovací můstek složený z diod D3 až D5. Vstup je chráněn tavnou pojistkou 100 mA. Usměrněné napětí je přes sériovou kombinaci odporů R2 až R4, tvořící s odporem R1 napěťový dělič, filtrováno kondenzátorem C11. Přes odpor R5 je stejnosměrné napětí přivedeno na obvod optočlenu s operačním zesilovačem TL071, jehož výstup budí LED v optočlenu. Na výstupní straně je druhý operační zesilovač IC5, který má ve zpětné vazbě druhou fotodiodu z optočlenu. Na jeho výstupu je stejnosměrné napětí, úměrné velikosti usměrněného a filtrovaného napětí na vstupu. Trimrem P1 můžeme upravit citlivost převodníku na požadovanou úroveň. Měřicí oddělovač vyžaduje poněkud složitější napájení - obě poloviny musí být galvanicky odděleny a tudíž každá potřebuje svůj vlastní napájecí zdroj. Na rozdíl od analogového optického oddělovače z tohoto čísla, v tomto případě musí být zaručena izolační schopnost mezi vstupní a výstupní stranou, takže nelze použít dvě sekundární vinutí jednoho

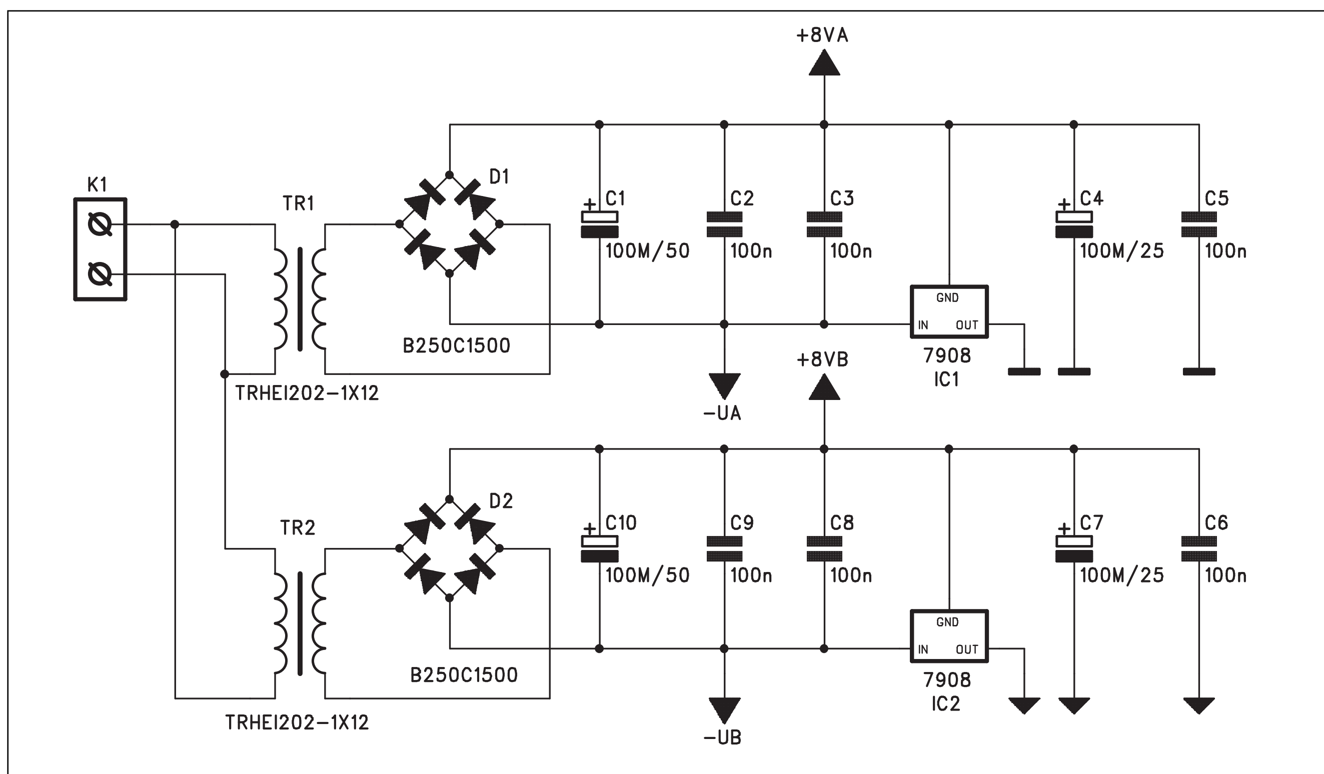


Obr. 1. Schéma zapojení signálové části převodníku

transformátorku (v běžném provedení). Jsou tedy použity dva síťové transformátorky, z nichž každý napájí jednu polovinu zařízení. Schéma zdroje je na obr. 2.

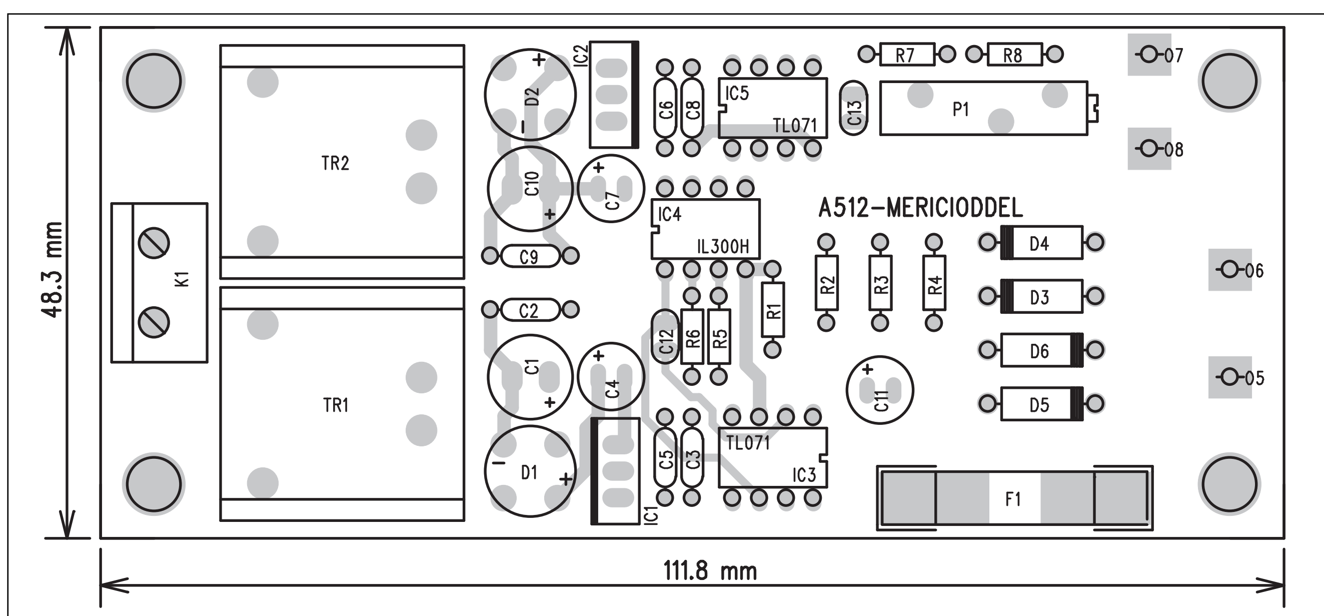
Stavba

Měřicí oddělovač je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 111,8 x 48,3 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 3, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 4, ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 5. Všechny součástky jsou umístěny na desce s plošnými spoji. Stavba je velmi jednoduchá a zvládne ji i začátečník. Po osazení a zapájení součástek desku velmi pozorně prohlédneme a odstraníme případné závady. Protože zapojení neobsahuje žádné nastavovací prvky, mělo by při pečlivé práci fungovat na první zapojení. Protože je na desce volně přístupné síťové napětí, musíme při práci pod napětím zachovávat zásady bezpečnosti práce. Oddělovač umístíme do vhodné plastové krabičky, měřicí vstupy a výstupy vyvedeme nejlépe pomocí izolovaných zdířek, umístěných na čelní stěně skříňky.



Obr. 2. Napájecí část převodníku

Obr. 3. Rozložení součástek na desce převodníku



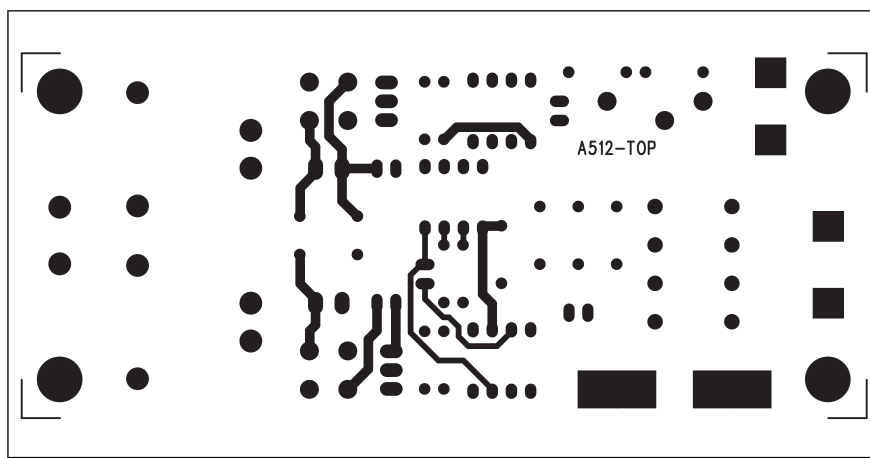
Závěr

Obě konstrukce optických oddělovačů, otištěné v tomto čísle SaK ukazují možnosti použití lineárních optočlenů řady IL300 při přenosu stejnosměrných i střídavých signálů. Uvedený princip lze použít v řadě aplikací, kde je nutné oddělit různé napájecí potenciály, ať již z důvodů technických (např. rušení) nebo bezpečnostních.

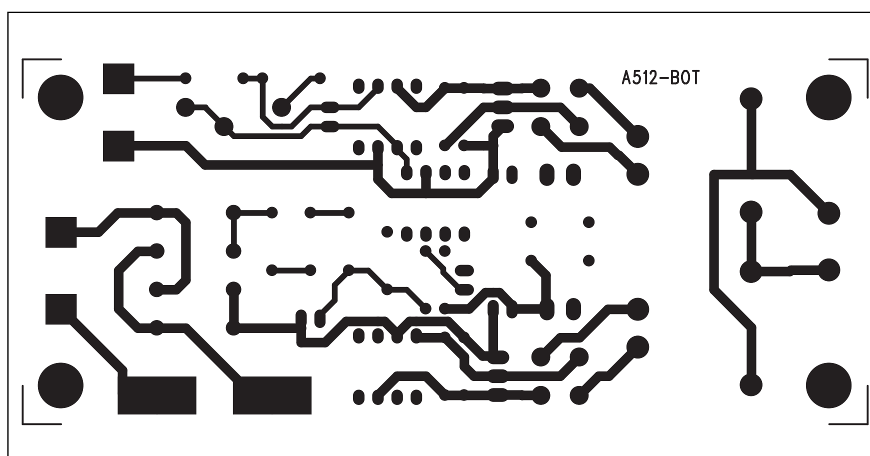
Seznam součástek

odpory 0204

R1	10 kΩ
R2	120 kΩ
R3	120 kΩ
R4	120 kΩ
R5	56 kΩ
R6	120 Ω
R7	33 kΩ
R8	1 kΩ
C1	100 μF/50 V
C2	100 nF
C3	100 nF
C4	100 μF/25 V
C5	100 nF
C6	100 nF
C7	100 μF/25 V
C8	100 nF
C9	100 nF
C10	100 μF/50 V
C11	100 μF/16 V
C12	33 pF
C13	33 pF
D1	B250C1500
D2	B250C1500
D3	1N4007
D4	1N4007
D5	1N4007
D6	1N4007
IC1	7908
IC2	7908
IC3	TL071
IC4	IL300H
IC5	TL071
F1	100 mA T
K1	ARK2
P1	50 kΩ PM19
TR1	TRHEI202-1X12
TR2	TRHEI202-1X12



Obr. 4. Obrazec desky s plošnými spoji - (TOP)



Obr. 5. Obrazec desky s plošnými spoji - (BOTTOM)

Ke konstrukci se dodává samostatná dvoustranná vrtaná a prokovená deska s plošnými spoji A512-DPS za 149,- Kč, kompletní sada součástek včetně desky s plošnými spoji A9512-KIT za 860,- Kč a osazený a oživený modul A9512-MOD za 1190,- Kč.

Inzerce